Die

vornehmsten Lehren

der

Astronomie

deutlich dargestellt

in Briefen an eine Freundin.

Erster Theil.

R

Von

H. W. Brandes

Herzogl. Oldenburg. Deich = Conducteur, der Hamburg. Gesellsch. zur Beförderung nützlicher Künste und Gewerbe Associirtem.

Mit Kupfern.

Leipzig, bei G. J. Göschen, 1811.

Die heitre Welt der Wunder ist's allein,
Die dem entzückten Herzen Antwort giebt,
Die ihre ew'gen Räume mir eröffnet,
Mir tausend Zweige reich entgegenstreckt,
Worauf der trunkne Geist sich selig wiegt.

Schiller.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Vorrede.

Ob es rathsam sei, die Zahl der astronomischen Lehrbücher noch um eines zu vermehren, das ist eine vielleicht nicht so leicht zu beantwortende Frage; aber ein astronomisches Lesebuch dem Publikum zu übergeben, das ist wenigstens eher zu verantworten. Es sind der jungen Leute, die sich einige astronomische Kenntnisse zu erwerben wünschen, der Geschäftsmänner, die in ihren Erholungsstunden eine zugleich belehrende und unterhaltende Lectüre suchen, der Frauenzimmer, denen eine genauere Kenntniß des großen Weltgebäudes interessant scheint, der Mütter, die ihren Kindern richtigere Kenntnisse von der Natur und besonders von dem

Laufe der Weltkörper beizubringen wünschen, so viele, daß ein solches Buch, wenn es nur irgend seinem Zwecke entspricht, wohl immer auf Leser rechnen kann. Ob das Meinige diesem Zwecke angemessen ausgearbeitet sei, — ob die Anordnung der Materien natürlich, die Darstellung faßlich und gründlich, und der ganze Vortrag unterhaltend genug sei? — das sind Fragen, worüber man dem Verfasser selbst selten eine Beantwortung zugesteht, oder wenigstens selten seine Beantwortung einiger Aufmerksamkeit werth hält, und diese Fragen übergehe ich daher gänzlich. Dagegen aber habe ich im Buche selbst über den Zweck, den ich mir vorsetzte, über die Gründe, warum ich bei der Darstellung oder Anordnung einzelner Materien grade so verfahren bin, und über ähnliche Gegenstände mich an mehreren Stellen erklärt; und wenn auch meine Ansichten nicht

mit denen aller Leser übereinstimmen sollten, so hoffe ich doch, daß man mein Bemühen, den besten Weg zu wählen, nicht verkennen wird. Angenehm aber wird es mir immer sein, wenn die Beurtheiler dieses Buches mir Verbesserungen angeben wollen, und besonders, wenn sie mir bei irgend einer Lehre eine noch mehr faßliche Darstellung mitzutheilen wüßten. Daß ich bei der Darstellung von Beobachtungen oft nicht den Weg gegangen bin, den der Astronom gehen würde, um zu dem gesuchten Resultate zu gelangen, das wird man mir nicht zum Vorwurfe machen; denn sehr oft entdeckt der geübte Blick des Kenners einen kurzen Weg, den man aber den Lehrling nicht führen kann, weil dieser von Anfang an sehen muß, wie jeder Schritt ihn dem Ziele näher bringt und dieses bei den künstlichern — wenn gleich kürzern — Methoden nicht immer der Fall ist.

Doch ich will bei dem Einzelnen nicht verweilen; ich hoffe, daß ich die wichtigsten Puncte, worüber man andrer Meinung sein könnte, im Buche selbst erörtert habe, und glaube also auf eine billige Beurtheilung rechnen zu dürfen.

Aber ich kann diese Vorrede nicht schließen, ohne noch ein Wort an Euch, geliebte Freunde und Freundinnen, zu richten, deren ich besonders gedachte, als ich diese Briefe schrieb. Euern Beifall zu erlangen, war einer meiner innigsten Wünsche; und wenn ich diesen erlangt hätte, so würde ich sicher sein, ein nützliches Buch geschrieben zu haben, selbst wenn die Kunstrichter erhebliche Fehler daran entdecken sollten.

Eckwarden im August 1810.

H. W. Brandes.

Inhalt des ersten Bandes.

1ster und 2ter Brief. Einleitung.

3ter Brief. Die täglichen Bewegungen der Sterne. Axe und Pol der Himmelskugel. Polarstern.

4ter Brief. Von dem Gebrauche der künstlichen Himmelskugel, um die tägliche Bewegung der Sterne darzustellen.

5ter Brief. Erscheinungen der täglichen Umdrehung der Himmelskugel in südlichern Gegenden.

6ter Brief. Fortsetzung des Vorigen. Folgerungen, welche sich aus Beobachtung der Sterne in verschiedenen Gegenden der Erde über die Entfernung der Sterne und die Gestalt der Erde herleiten lassen.

7ter Brief. Die Erde ist kugelförmig.

8ter Brief. Von den Parallelkreisen und dem Aequator auf der Erde und an der Himmelskugel.

9ter Brief. Kleine Abweichungen der Erde von der Kugelgestalt. Größe der Erde.

10ter Brief. Von einigen zur Höhenmessung dienenden Instrumenten und ihrem Gebrauche.

11ter Brief. Von der scheinbaren eigenen Bewegung des Mondes.

12ter Brief. Von der scheinbaren Bewegung der Sonne und der Bestimmung ihres Weges oder der Ecliptik.

13ter Brief. Nachtgleiche. Sonnenwende u. s. w.

Erscheinungen der Sonne in verschiedenen Gegenden der Erde zu verschiedenen Jahreszeiten.

14ter Brief. Von dem Lichtwechsel des Mondes, den Sonnen- und Mondfinsternissen, und ihren Ursachen.

15ter Brief. Vorläufige Kenntnisse von der scheinbaren Bewegung der Planeten, und Andeutung des Beweises für die jährliche Bewegung der Erde.

16ter Brief. Von der Eintheilung der Zeit.

17ter Brief. Ungleichheiten des wahren Sonnentages; Bestimmung der Mittagslinie.

18ter Brief. Von den Schaltjahren und dem Unterschiede des Gregorianischen und Julianischen Kalenders.

19ter Brief. Wodurch die wahre Länge des Jahres bestimmt wird? — Rückgehen der Nachtgleichen.

20ster Brief. Mondenjahre. Bestimmung der Zeit des Neumondes. Goldne Zahl, Epacten, Sonntags-Buchstabe.

21ster Brief. Bestimmung der geographischen Breite.

22ster Brief. Mittel, die geographische Länge zu bestimmen.

23ster Brief. Ueber trigonometrische Messungen.

24ster Brief. Höhenmessungen mit Hülfe des Barometers.

25ster Brief. Ueber die Refraction und Dämmerung.

26ster Brief. Bestimmung der Entfernung des Mondes von uns. Einfluß seiner Parallaxe auf die Erscheinungen der Sonnenfinsternisse und auf die Längenbestimmungen.

Erster Theil.

Erster Brief.

Am 16. Jul.

Ihre Aufforderung, meine verehrungswürdige Freundinn, mich in einer Reihe von Briefen mit Ihnen über astronomische Gegenstände zu unterhalten, hat mir sehr viele Freude gemacht. So sehr ich auch die Schwierigkeiten kenne, welche ich überwinden müßte, um Ihre Wünsche ganz zu erfüllen, und um mit völliger Zufriedenheit, mit innerer Ueberzeugung von der Gewißheit Ihres Beifalls auf meine Arbeit zurück zu sehen: so ist doch der Gedanke, so oft Ihnen im Geiste nahe zu sein, mich mit Ihnen zu unterhalten über Gegenstände, die mein ganzes Gemüth von je her so lebhaft angezogen haben, mir so erfreulich, daß ich mich gerne überrede, ich dürfe die Schwierigkeiten vergessen, und mit kühnem Muthe den Versuch wagen, ob ich Ihren Beifall zu erlangen vermöge.

Und welchen Tag könnte ich dann zu diesem Versuche besser wählen, als den heutigen? — Der heitre Himmel, die milde Luft, die tiefe, nur durch ein leises Rauschen des Meeres unterbrochne Stille, die mich in dieser schönen Nacht umgiebt, — alles scheint mich dazu aufzufordern. O! ständen Sie jetzt neben mir, könnte ich mit Ihnen hinaufblicken zu diesem reichen Gewölbe, aus dessen tiefsten Fernen Sonnen über Sonnen zu uns herabschimmern, mit Ihnen das Entzücken über diese himmlische Aussicht theilen, und in Ihrem Auge die Ruhe lesen, welche das Herz des edleren Menschen erfüllt, wenn die Stürme des Tages in ihm und um ihn schweigen, und er, erhoben durch die heilige Stille der Nacht, in sich einen Himmel findet, gegen welchen der glänzende Himmel über ihm doch — nur irdisch ist.

Aber was ist es denn, was uns bei dem Anblicke des Sternenhimmels so feierlich anspricht? — Es scheint sich hier vieles zu vereinigen, was schon einzeln fähig wäre, in uns eine heitre Ruhe, frohes Erstaunen und ehrfurchtsvolle Bewunderung hervorzubringen. Schon die Stille, die uns umgiebt, bringt auch

im Gemüthe eine Stille hervor, zu welcher die Unruhe des Tages uns nur selten gelangen läßt. Gehen Sie an einem heitern, stillen Sommertage am Meeresufer spatzieren, so werden Sie sich oft zu ähnlichen Empfindungen gestimmt fühlen. Sie finden sich von der Welt getrennt, das Getöse des menschlichen Treibens dringt nicht mehr zu Ihrem Ohre, und Ihr Auge erblickt nicht mehr den Schauplatz, auf welchem Sie das Jagen nach nichtigen Zielen, den Kampf der Leidenschaften, den Druck der Sorgen zu beobachten, und — ach! — zu empfinden gewohnt waren; nur das leise Tönen der ans Ufer rauschenden Wellen unterbricht die Stille, aber weder das Auge noch das Ohr findet einen Gegenstand, der es anzöge. Die Sinnenwelt ist vor Ihnen verschwunden, und der Geist, der sehnend über die unendliche Ferne hinausstrebt, fühlt sich zu einer Ruhe erhoben, als wenn er schon ganz das Gewühl der Erdensorgen hinter sich zurückgelassen hätte.

Aber bei dieser Stille des Geistes, welche uns zu erhabnen Gedanken fähig macht, finden wir nun im Anblicke des Sternenhimmels einen Stoff zu Betrachtungen, welchen das unendliche

öde Meer nicht gewähren kann. Das leise Dahinwandeln, das Sinken und Untergehen der Sterne und ihre tägliche, sichre Wiederkehr, die uns nach jeder Nacht die Rückkehr eines neuen Tages verbürgt, würde uns angenehm rühren, und selbst der bloße Anblick dieser für die Ewigkeit angezündeten Lichter würde uns erfreuen, wenn wir auch diese glänzenden Fünkchen für nichts weiter hielten. Wie viel mehr muß uns denn nicht dieser Anblick zu Betrachtungen und zu erhabenen Gedanken veranlassen, wenn wir uns erinnern, daß nicht schimmernde Funken, sondern zahllose Welten vor unserm Blicke da liegen, und daß es eine Unendlichkeit ist, die sich vor uns aufthut? Tausende von Sonnen, jede vielleicht so groß und größer als die, welche unsre Tage erleuchtet, jede vielleicht viel tausendmal größer als die Erde, bieten sich schon dem ersten flüchtigen Blicke dar, und andre Tausende, ja Millionen entdeckt das tiefer forschende Auge. Unser Gedanke sucht in den Weltraum hinaufzudringen, sich zu erheben durch die ungeheuern Räume, welche die Weltkörper von einander trennen, und sich der Grenze zu nähern; aber je weiter er fortgeht, desto unend-

licher breitet sich der Schauplatz vor ihm aus. Hätte er auch Tausende von Sternen überflogen, sich erhoben durch die gedrängten Schaaren von Weltkörpern, die in der Milchstraße aus unermeßlichen Fernen zu uns herabschimmern: so würde er doch erst den unbedeutendsten Theil des Weltgebäudes umfassen. Tausend Milchstraßen, tausend Systeme, zusammengesetzt aus Millionen von Sternen, bieten sich dem erstaunten Blicke dar, und der Bewohner des Staubes sinkt in den Staub vor dem Gedanken an die Unendlichkeit. — Aber indem der Glanz der Erdengröße vor ihm erlischt, leuchtet ihm heller das heilige Licht der Wahrheit und des Rechts in seinem Busen; es überglänzt die Sonnenheere um ihn, und leitet seine Blicke auf einen Schauplatz höhern Wirkens, welches seinen Geist zwar nicht mit Erstaunen erfüllt, aber mit Ehrfurcht. —

Zweiter Brief.

am 17. Jul.

Ich mußte gestern abbrechen, weil ich an die Betrachtungen, auf welche ich gerathen war, nicht gut etwas anders anknüpfen konnte. Jene Betrachtungen gehören zwar nicht eigentlich zur Sache, aber da sie einmal dastehn, so schicke ich sie Ihnen als eine Art von Einleitung mit zu. Man hört so oft die Astronomie mit dem Ehrennamen einer erhabenen Wissenschaft belegen, und doch wissen Sie, daß Schiller sagt:

Eure Wissenschaft ist die erhabenste freilich im Raume;
Aber, Freunde, — im Raum' wohnt die Erhabenheit nicht;

und so mag es mir ja wohl erlaubt sein, Ihnen meine Gedanken hierüber einmal mitzutheilen. Als Wissenschaft kann die Astronomie eben so wenig erhaben genannt werden, als irgend eine andre; denn was kann eine bloße Reihe von Lehrsätzen oder wohl gar von algebraischen Formeln Erhabenes haben? — Die Empfindung des Erhabenen entsteht nicht aus dem Aufzählen

der Weltkörper, nicht aus dem Abmessen der ungeheuern Räume, nicht aus dem Berechnen der Bahnen der Weltkörper; sondern sie scheint zu entstehen aus dem gemischten Gefühle unsrer Kleinheit und Größe, wenn wir uns als verschwindend betrachten vor diesem zahllosen Weltenheere, und doch zugleich die Kraft unsers Geistes empfinden, hinauszudenken über die Unendlichkeit des Raumes, hinzustreben nach einem höhern Ziele, und unsre Gedanken zu erheben zu Ihm, den unsre heiligsten Empfindungen anbetend verehren.

* *

Aber da dieses Erhabene nicht der Astronomie als Wissenschaft eigen ist, so müssen Sie auch nicht erwarten, daß diese Reihe von Briefen ganz oder größten Theils von der Art, wie mein gestriger sein werde. Ich würde in der That mich etwas verlegen bei diesem Gedanken fühlen und befürchten, daß Sie, in der Erwartung schöner Betrachtungen über die Größe des Weltbaues getäuscht, unzufrieden mit astronomischen Unterhaltungen von mehr wissenschaftlichem Inhalte sein würden, wenn

nicht Ihre eignen Worte mir zeigten, daß Sie selbst wünschen, den Zusammenhang der himmlischen Erscheinungen, die Ursachen ihrer Regelmäßigkeit, die Mittel, deren man sich bedient hat, um die Entfernung, Größe und den wahren Lauf der Weltkörper zu bestimmen u. s. w. kennen zu lernen. So angenehm es auch sein mag, sagen Sie, zu hören, wie es auf dem Monde, der Sonne und den Planeten wohl aussehen mag, und wohl gar wie die Bewohner dieser Weltkörper etwa in dieser und jener Hinsicht leben, uns ähnlich oder von uns verschieden sein mögen, u. s. w.; so kann doch dem denkenden Menschen dieses alles nur genügen, wenn man einsieht, wie man es erfahren habe, ob es auch wohl zuverlässig sei, oder ob man uns Phantasien statt Wahrheit vorerzähle. Um aber hierüber urtheilen zu können, muß man allerdings, wie Sie richtig vermuthen, die Sache etwas systematisch treiben, mit der Beleuchtung der einfachsten Erscheinungen anfangen und so zu den schwerern fortgehn; indeß ist Ihre Besorgniß, daß es dazu vielleicht vieler mathematischer Kenntnisse bedürfe, weniger gegründet, und ich hoffe, Ihnen alles, was für

Sie interessant sein kann, zu erklären, ohne daß Sie daran zu denken brauchen, daß es eine Algebra und Rechenkunst in der Welt giebt.

Ob ich nun aber im Stande sein werde, dieses so zu thun, daß es Ihnen Vergnügen macht, ob nicht das oft kleinlich scheinende Detail der Erscheinung Sie ermüden, ob die allmählige Entwicklung der astronomischen Kenntnisse von ihrem ersten Ursprunge an Ihnen nicht langweilig werden wird? — das sind Fragen, die ich nicht ohne Kopfschütteln niederschreibe. Erhielten Sie diese Briefe von einem Meister in der wissenschaftlichen Darstellung, wie es Lichtenberg war: so hätte es mit allen diesen Bedenklichkeiten nichts zu sagen. Diesem würde es gelingen, Sie immer auf den Standpunct zu stellen, wo Sie das, was er Ihnen zu erklären wünschte, auf einmal ganz und im vortheilhaftesten Lichte übersähen; er würde die Erscheinungen so aneinander zu reihen und die Schlüsse so zu ordnen wissen, daß Sie mit Vergnügen ihm folgten, weil Sie bei jedem Schritte bemerkten, daß er Sie zu neuen Kenntnissen fortführe; er würde den Enthusiasmus des Erfinders in Ihnen erwecken, damit Sie, über dem

Hinblicken nach dem Ziele, den oft mühsamen Weg vergäßen, welcher zu diesem Ziele führt. — Aber nun ich! — Doch die nachsichtsvolle Güte, mit der Ihr liebevolles Herz ja sonst immer jedes redliche Bemühen, selbst wenn es von der Vollkommenheit entfernt bleibt, zu betrachten pflegt, macht mir Muth, und die Hoffnung auf Ihren Beifall wird meine Kräfte beleben. — Möchte es mir gelingen, nicht zu weit hinter Ihren Erwartungen zurück zu bleiben!

Dritter Brief.

am 27. Jul.

Lassen Sie uns nun in das Kindesalter der Welt und der Wissenschaft zurückdenken, und den nächtlichen mondlosen Himmel bloß so, wie er sich dem ersten Blicke darstellt, als eine hohle Halbkugel mit hübschen Lichterchen besetzt, betrachten, und dann sehen, ob wir ihn für etwas anders halten dürfen.

Wenn Sie in diesen Tagen, sobald es ziemlich dunkel geworden ist, den Himmel ansehen:

so finden Sie beinahe grade über sich oder in der Nähe des Zeniths (denn so nennt man den grade über uns liegenden Punct) einen ausgezeichneten Stern, den hellen in der Leier und etwas niedriger und weiter nach Osten einen andern hellen Stern im Adler, den Sie daran erkennen können, daß nahe über und nahe unter ihm sich zwei etwas kleine Sterne so befinden, daß diese drei eine gerade Linie bilden; endlich steht in Nordwesten der durch seine bekannten sieben Sterne ausgezeichnete große Bär. Haben Sie sich die Stellung dieser Sterne bemerkt, und suchen Sie nach einer Stunde oder später dieselben wieder auf, so finden Sie die beiden südlich vom Zenith stehenden Sterne in der Leier und dem Adler weiter nach Westen fortgerückt, und sehen, daß alle Sterne, die Sie vorhin nahe bei denselben fanden, auch noch in eben der Ordnung sich bei ihnen befinden, aber sämmtlich nach Westen fortgerückt sind. Dagegen rückt der große Bär mehr nach Norden, und wenn Sie diese Sterne länger verfolgen, so bemerken Sie, daß die Leier und der Adler während ihres weitern Fortrückens nach Westen zugleich einen niedrigern Stand erreichen, und

daß auch der große Bär sich nach Norden hinabsenkt.

Um Ihnen aber die Erscheinungen, welche dieses stündliche Fortrücken der Sterne darbietet, recht klar vor Augen zu legen, will ich sie Ihnen lieber so beschreiben, wie man sie in den längern Winternächten vollständig beobachten kann. Eine der schönsten Ansichten, die uns der nächtliche Himmel darbietet, ist die, wenn das Siebengestirn hoch in Südosten, der Orion niedriger und östlicher steht, und der Sirius eben in Südosten aufgegangen ist oder aufgeht; dann steht zugleich die Ziege sehr hoch und östlich vom Zenith, der große Bär steht niedrig in Nordosten und der kleine Bär fast in Norden, ein wenig westlich. Beobachtet man diese Gestirne länger und die ganze Nacht durch, so sieht man zuerst den Sirius, den Orion, das Siebengestirn und die Capella steigen, bis sie genau in Süden stehn; dann aber senken sie sich allmählig, und der Sirius geht in Südwesten unter, nachdem er einen nur niedrigen Bogen am Himmel durchlaufen hat; Orion, welcher höher gestiegen ist, zeigt sich auch länger am Himmel, und geht in Westen unter, das Siebengestirn geht in einem

sehr hohen und weiten Bogen nach Nordwesten zu, und die Ziege oder Capella, welche nur wenig südlich vom Zenith vorbei geht, senkt sich zwar anfangs gegen Westen und Nordwesten und endlich gegen Norden hin, verbirgt sich aber gar nicht unter dem Horizonte, sondern fängt, nachdem sie in Norden ihren tiefsten Stand erreicht hat, wieder an nach Osten aufzusteigen und sich dem Stande zu nähern, wo wir sie zuerst bemerkten. Auch der große Bär, welcher sich zuerst in Nordosten erhebt, dann nördlich vom Zenith vorbei geht, und sich gegen Nordwesten senkt, geht gar nicht unter, sondern durchläuft über unserm Horizonte einen ganzen Kreis, welcher kleiner als der ist, den wir die Ziege beschreiben sahn. Der kleine Bär endlich durchläuft einen sehr kleinen Kreis, und bleibt fast immer an derselben Stelle des Himmels; er scheint sich um die Spitze seines Schwanzes zu drehen, und der letzte Stern des Schwanzes bleibt am nördlichen Himmel immer in einerlei Höhe, und so viel sich bemerken läßt, ganz unverrückt stehen.

Die Sterne bewegen sich also nicht alle auf gleiche Art; einige gehen auf und unter, andre

dagegen bleiben beständig über dem Horizonte; alle aber behalten, während dieser Bewegung, unter sich einerlei Stellung, so daß Sterne, welche einmal mit einander ein Viereck oder eine andre Figur bilden, immerfort dieselbe Figur darstellen, sie mögen einen höhern oder tiefern Stand erreichen. Beobachtet man diejenigen Sterne, welche gar nicht untergehen, genauer: so bemerkt man, daß der Mittelpunct des Kreises, den sie durchlaufen, mit dem Puncte einerlei ist, den ich Ihnen eben als ganz stillstehend beschrieben habe, daß sie nämlich alle um den Stern im Schwanze des kleinen Bären im Kreise herumgehen, und daß sie alle in 24 Stunden ihren Kreislauf einmal vollenden und genau wieder an der Stelle stehen, wo man sie 24 Stunden vorher erblickte. Und diese Beobachtung an den nördlichen Sternen läßt uns nun schon vermuthen, daß auch alle übrigen Sterne sich in Kreisen bewegen, daß aber ein Theil des Kreises, welchen jeder der südlichen Sterne durchläuft, vom Horizonte verdeckt wird, so daß wir sie nur in einem Theile ihres Weges beobachten können, und eine fortgesetzte Aufmerksamkeit lehrt, daß dieses keine bloße Vermuthung ist.

Alle Erscheinungen dieser täglichen Bewegung der Sterne lassen sich mit einem Blicke übersehen, wenn man sich vorstellt, die ganze Himmelskugel mit allen ihren Sternen (die wir uns als unveränderlich befestigt an derselben denken können) werde so um uns gedreht, daß der Stern im Schwanze des kleinen Bären unverrückt fest gehalten werde, und die ganze Kugel in 24 Stunden eine Umdrehung vollende.

Wenn man durch den Mittelpunct einer Kugel einen graden Stift steckt, und die Kugel um diesen dreht, so nennt man den Stift die Axe der Kugel, und die beiden Puncte auf der Oberfläche der Kugel, wo der Stift hervorragt, heißen die Pole der Kugel. Die Himmelskugel drehet sich also so um uns, daß die unbewegliche Axe vom Schwanze des kleinen Bären nach uns zu geht, und der Punct am Himmel, welcher ruhend bleibt während dieser Umdrehung, heißt daher der Pol des Himmels, und der nahe bei ihm stehende Stern, an der Spitze des Schwanzes im kleinen Bären, heißt der Polarstern, und zwar der nördliche Polarstern.

Ich habe vorhin vorausgesetzt, daß Sie

den kleinen Båren am Himmel zu finden wůßten, und ich durfte das, weil meine Beschreibung der Phånomene (wofern sie ůberall etwas taugt) Ihnen verståndlich sein muß, wenn Sie auch die Sterne selbst nicht dabei vor Augen haben; jezt aber wird es Ihnen doch wohl interessant sein, den merkwůrdigen Punct am Himmel, welcher beståndig ruhet, oder den Pol des Himmels kennen zu lernen. Da Sie die sieben großen Sterne im großen Båren kennen, so wird die nebenstehende Zeichnung (Fig. 1) Ihnen dienen, um den Polarstern zu finden. Ziehen Sie nåmlich durch die zwei Sterne, welche vom Schwanze am entferntesten sind, durch a und b in Gedanken eine grade Linie nach der Seite, welche die Zeichnung angiebt, so steht auf dieser Linie etwa fünfmal so weit von b, als a von b absteht, der Polarstern, und diesen finden Sie immer in einerlei Hőhe und grade in Norden, wåhrend alle Sterne um ihn herum gehen.

Daß ich Sie mit dieser einfachen Erscheinung so lange unterhalten habe, werde ich wohl nicht zu entschuldigen brauchen. So wenig auch diese ersten Beobachtungen uns über

die wahre Beschaffenheit der Sternenkugel lehren, so sind sie doch der Grund, worauf alle weitere Kenntniß muß gebauet werden; und so einfach die Erscheinungen auch sind, so mögen sie doch dem, der sie zuerst bemerkte, als Beweis einer wundervollen Ordnung vorgekommen sein, und seine Hoffnung, nähere Kunde von dem Wesen dieser himmlischen Lichter zu erhalten, mag wohl durch das Auffinden dieser Ordnung nicht wenig gestärkt worden sein.

Anmerkung. Da es die Absicht dieses Werkes nicht ist, zur Kenntniß der Sternbilder Anleitung zu geben: so kann ich mich auf die Nachweisung der in diesem Briefe erwähnten Sterne nicht einlassen. Nur so viel will ich bemerken, daß die Leier im Juli um 12 Uhr, im September um 8 Uhr, im November um 4 Uhr in Süden steht. Das Siebengestirn steht grade in Süden: im October um 2 Uhr Nachts, im December um 10 Uhr, im Februar um 6 Uhr u. s. w.

Vierter Brief.

am 1. August.

Die Erscheinungen, welche ich Ihnen neulich beschrieb, lassen sich auf eine sehr angenehme Art an der künstlichen Himmelskugel vor Augen legen. Sie kennen gewiß diese Kugeln, worauf die Sternbilder nach ihrer wahren Lage, so wie sie am Himmel gegen einander stehen, abgebildet sind, und ich füge nur deshalb eine Zeichnung (Fig. 2) hier bei, um mich in der Erläuterung des Gebrauches leichter deutlich machen zu können.

Wenn Sie die Himmelskugel genau betrachten, so bemerken Sie, daß diese in dem Ringe APQS so befestiget ist, daß sie sich um eine, in dem Ringe bey P und S fest eingesetzte, Axe drehen kann. Den Ring APQS kann man mit der Kugel vom untern Gestelle abheben; aber beim Gebrauche ruhet er in Einschnitten, die bei H, Z, B sich befinden, jedoch so, daß man ihn in diesen Einschnitten verschieben, und den Punct P, wo die Axe festsitzt, näher nach Z oder auch höher hinauf nach C zu rücken kann. An dem Gestelle ist

vorzüglich der breite Rand HRZ zu merken, welcher der Horizont heißt, weil er, wie Sie gleich sehen werden, ein Bild des wirklichen Horizonts oder des Kreises, welcher uns unten die Halbkugel des Sternenhimmels begrenzt, abgiebt. Der Ring APQS heißt der Meridian oder Mittagskreis, weil er denjenigen Kreis vorstellt, welcher am Himmel eben den Namen führt. Stellen Sie sich nämlich am Himmel grade von Norden her, durch den Pol des Himmels und durchs Zenith, einen Kreis oder Halbkreis nach Süden gezogen vor, so ist dieses der Meridian. Dieser Kreis hat die Eigenschaft, daß die südlich vom Pole stehenden Sterne ihren höchsten Stand erreichen, wenn sie sich in demselben befinden, und daß die nördlich vom Pole stehenden Sterne dagegen am niedrigsten stehen, wenn sie durch den nördlichen Theil des Meridians gehen.

Der Meridian und der Horizont der künstlichen Himmelskugel haben Abtheilungen nach Graden, und an beiden ist der ganze Umfang in 360 solcher Grade eingetheilt. Diese Eintheilung dient Ihnen, um fürs erste dem Pole P eine schickliche Lage oder Höhe über dem Hori-

zonte zu geben. Der Pol des Himmels steht nämlich, wie Sie wissen, bei uns in einer bestimmten Höhe, welche die Astronomen nach Graden anzugeben pflegen; diese Höhe beträgt für unsre Gegenden etwa 50 Grade, und Sie stellen daher die Himmelskugel für unsre Gegenden richtig, wenn Sie P so hoch rücken, daß auf dem Kreisbogen PZ 50 Grade zwischen P und dem Horizonte liegen. So lassen Sie alles, was zur Einfassung der Kugel dient, stehen, und fangen nun an bloß die Kugel um ihre Axe zu drehen; dann zeigen sich Ihnen alle Erscheinungen, die ich Ihnen neulich beschrieb. Ich will annehmen, daß Sie an der Seite der Kugel stehen, wo P und Z ist, und nun so drehen, daß die Sterne von Ihrer linken Seite nach der rechten fortgehen: so sehen Sie den Sirius über den Horizont heraufkommen oder gleichsam aufgehen, einen niedrigen Bogen beschreiben, dessen größte Höhe grade im Meridian liegt, und wenn Sie die Kugel weiter drehen, sehen Sie ihn sich senken und unter den Horizont hinabgehen. Steht die Kugel so, daß der Sirius an Ihrer linken Seite aufgeht, so steht der Orion höher, das Siebengestirn (oder

die Plejaden) *) und die Ziege (Capella) noch höher, der große Bär aber niedrig, nahe bei P, und die Umdrehung der Kugel zeigt Ihnen alles, was ich Ihnen neulich als Beobachtung in einer Winternacht erzählte. Hier können Sie nun bequem die Sterne übersehen, welche bei uns gar nicht untergehen; Sie können diejenigen auffinden, welche bei Z nur eben am nördlichen Horizonte hinstreifen, ohne eigentlich unterzugehen; und von allen übrigen können Sie hier im Bilde bemerken, welche Höhe sie etwa erreichen, und was für einen Bogen wir sie durchlaufen sehen.

Die Himmelskugel wird Ihnen noch zu manchen Fragen, die ich hier nicht beantwortet habe, Veranlassung geben; aber diese kann ich nicht eher alle beantworten, bis ich mit Ihnen die große Seereise werde gemacht haben, wozu ich Sie jetzt für meinen nächsten Brief einlade.

*) Ich füge hier die Namen bei, die man gewöhnlich auf den Himmelskugeln und in Sternkarten findet.

Fünfter Brief.

am 7. August.

Die Frage, was aus den Sternen während des Tages wird, hat, dünkt mich, einen aufmerksamen Beobachter nie lange in Verlegenheit setzen können. Die alltägliche Erfahrung, daß ein Licht, welches Nachts sehr hell leuchtet, am Tage wenig in die Augen fällt; daß die Sterne bei der zunehmenden Helligkeit der Dämmerung allmählig erlöschen, und daß wir eben das am Monde, der doch am Tage sichtbar bleibt, bemerken, mußte bald zu dem Schlusse führen, daß auch die Sterne nicht erlöschen, sondern bloß von der hellern Sonne überglänzt werden.

Mit weit mehrern Schwierigkeiten ist die Beantwortung einer zweiten Frage verbunden, nämlich der Frage, wo die Sterne bleiben, wenn der Horizont sie uns verdeckt, oder wenn sie uns untergegangen sind? — — Die Beobachtungen, welche ich Ihnen im dritten Briefe mittheilte, scheinen zwar zu dem Schlusse zu leiten, daß die Sterne ihren kreisförmigen Lauf unter unserm Horizonte fortsetzen, und daß

die Himmelskugel sich unterhalb des Horizontes eben so zurunde, wie über uns; aber es ist doch sehr zweifelhaft, ob diese Folgerung ganz richtig ist, und ob man so leicht zu diesem Schlusse gelangen würde, wenn man nicht schon etwas von dem gehört hätte, was der erste Beobachter nicht wissen konnte. Und wenn nun auch dieses sich so verhält: so bleibt doch immer noch die Frage übrig, wie die Erde mit dieser hohlen Himmelskugel in Verbindung steht? — ist sie eine ungeheure Ebene, die in sehr entlegenen Gegenden an die Himmelskugel angrenzt? — giebt es Nationen, welche in ihrer Nähe die Sterne neben sich herabsteigen sehen? — oder verschließt ein unwegsamer Ocean den Sterblichen den Zugang zu diesen Gegenden? — liegen dort, wo die Abendröthe herglänzt, die Inseln der Seligen, und erfüllen vielleicht darum ihre Strahlen unser Herz mit dieser Sehnsucht, weil sie uns die Wünsche und Gebete unsrer Freunde, die auch uns zu dieser Heimath rufen, herüber tragen? — — — —

Solche Fragen warfen allerdings unsre Voraltern auf, und mit solchen Phantasien blickten sie über das weite Meer hinaus; aber die

Fortschritte der Wissenschaft haben die süßen Träume zerstört, und das Land der Seligen von der Erde hinweggerückt.

* * *

Um die Frage, ob die Erde eine Ebene sei, zu beantworten, mußte man schon beträchtliche Reisen auf der Erde anstellen. So lange man an einerlei Orte bleibt, sieht man die Sterne immer auf gleiche Weise wieder erscheinen. Mag auch zum Beispiel das Siebengestirn zu andrer Jahreszeit in einer andern Stunde der Nacht seinen höchsten Stand erreichen: so ist doch diese Höhe immer dieselbe, es geht immer in einerlei Puncte des Horizontes auf, und durchläuft immer einerlei Weg am Himmel; und eben dieses findet bei allen übrigen Sternen eben so Statt. Auch eine Veränderung des Standpunctes, die nur wenige Meilen beträgt, läßt wenigstens den mit Instrumenten nicht ausgerüsteten Beobachter keinen Unterschied in dem scheinbaren Laufe der Gestirne bemerken, und Sie sehen zum Beispiel in Ihrem Wohnorte alle Sterne eben so, wie

ich hier. Ganz anders aber verhält es sich bei weiten Reisen, die auf Hunderte von Meilen gehen.

Lassen Sie uns, um gleich ein Beispiel zu haben, den Vasco de Gama auf seiner ersten Reise von Portugal nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung begleiten, oder noch besser, ich will Ihnen seinen eignen Bericht über die Erscheinungen, die er am Himmel bemerkte, herschreiben. Sie wissen, daß man damals noch wenige so weite Reisen nach Süden angestellt hatte, und daß ihm also diese Erscheinungen ganz neu sein mochten.

„Nach unsrer Abreise hatte ungünstige Witterung uns geraume Zeit den Anblick des Himmels entzogen, und man kann sich also denken, wie angenehm es mir war, endlich den Himmel sich aufhellen und Sterne durchblicken zu sehen. Mein erster Blick ging auf den Polarstern, und ich bemerkte mit Verwunderung, daß dieser weniger hoch zu stehen schien als in Lissabon; und meine Verwunderung stieg, da ich die sieben Sterne des großen Bären aufsuchen wollte, und fand, daß einige von ihnen untergegangen waren, und die übrigen

eben im Norden etwas ostwärts wieder aufgingen. Südlich vom Polarstern fand ich alle unsre bekannten Gestirne, das Siebengestirn, Orion, Sirius u. s. w. wieder, aber alle standen höher, und beschrieben einen größern Bogen am Himmel als bei uns. Aber mein Erstaunen verdoppelte sich, als ich in Süden unterhalb der mir bekannten Sterne ganz neue erblickte, welche ich nie gesehen hatte. Der Umlauf der Sterne um den Pol war eben so, wie bei uns; aber da der Pol näher gegen den nördlichen Horizont herabgerückt war, so gingen alle die Sterne unter und wieder auf, die etwas weiter vom Pole abstanden, als er selbst vom Horizonte entfernt war. Je weiter ich nun nach Süden segelte, desto mehr sank der Polarstern am nördlichen Himmel hinab, desto kleiner ward die Anzahl der nördlichen Sterne, die nie untergingen, desto höher stiegen die bei uns sichtbaren südlichen Sterne, und desto mehr neue Sterne erschienen am südlichen Horizonte, welche nun auch, so wie ich südwärts fortschiffte, in ihrem täglichen Kreislaufe allmählig höhere Bogen beschrieben."

„Diese Erscheinungen hatten geraume Zeit

meine Aufmerksamkeit beschäftigt, als ich, nachdem ich sehr weit nach Süden gekommen war, bemerkte, daß die jetzt unten in Süden stehenden Sterne sehr langsam in ihrem täglichen Umlaufe fortrückten, grade so, wie es die nahe beim Polarsterne stehenden Sterne thun, und daß die Gestirne, die nahe am Zenith vorbei gingen, in gleichen Zeiträumen am meisten ihre Stelle änderten; es war mir daher nicht mehr unerwartet, als ich endlich (in einer Entfernung von Portugal, die vielleicht 6 bis 700 Meilen betragen mochte) am südlichen Horizonte Sterne bemerkte, die fast ganz stille standen, und einen äußerst kleinen Kreis um einen völlig ruhenden Punct beschrieben. Es ward mir nun einleuchtend, daß dieses der zweite Pol der Himmelskugel, also ihr Südpol, sei, und daß beide Pole einander grade gegenüber ständen; denn der nördliche Polarstern war uns wenige Tage zuvor dicht am nördlichen Horizonte erschienen, und seitdem völlig verschwunden. Wir hatten hier also die uns ganz neue Erscheinung, fast alle Sterne auf- und untergehend zu sehen, statt daß in Portugal so viele immer über dem Horizonte bleiben;

wir sahen hier die nördlichsten und südlichsten Sterne, und die Bewohner dieser Gegenden bekommen also alle Sterne zu sehen, welche es an der Himmelskugel giebt, statt daß allen denen, welche nördlicher und südlicher wohnen, manche Sterne gar nicht aufgehen.“

„Bei dem fernern Fortgange unsrer fast beständig nach Süden gehenden Reise rückte nun der Südpol immer höher am Himmel herauf; die Zahl der in seiner Nähe nie untergehenden südlichen Sterne nahm zu, und dagegen ward auch die Zahl derjenigen nördlichen Sterne, welche uns gar nicht mehr aufgingen, immer größer. Der Orion ging uns jetzt nördlich vom Zenith vorbei, und die noch nördlichern Sterne, wie die Ziege, machten in Norden einen solchen niedrigen Bogen, wie es bei uns etwa der Sirius thut; der Sirius im Gegentheil stieg in Süden fast bis zum Zenith herauf. Und so dauerte das Hötersteigen der südlichen, und das Sinken und Verschwinden der nördlichen Sterne fort, bis wir das Ziel unsres südlichen Fortganges erreichten, und vom Vorgebirge der guten Hoffnung mit der frohen Hoffnung, den

gewünschten Weg nach Indien glücklich aufgefunden zu haben, mehr nördlich steuerten."

So etwa würde Vasco de Gama seinen Bericht abgestattet haben, wenn er seine astronomischen Kenntnisse bloß aus eignen Beobachtungen in seiner Vaterstadt gesammelt, und nichts von dem, was man schon vor ihm anderswo beobachtet hatte, erfahren hätte. Sie werden es mir verzeihen, daß ich, um Ihnen alles dieses möglichst klar und lebendig vorzustellen, hier einen untergeschobenen Reisebericht mittheilte, und den guten Mann ein wenig unwissender machte, als er in der That war. Die Folgerungen aus seinen Beobachtungen sollen uns das nächste Mal beschäftigen.

Sechster Brief.

am 16. August.

Um Ihnen auf einmal alles vorzulegen, was man auf einer von Norden nach Süden, oder von Süden nach Norden gehenden Reise beobachtet, hätte ich neulich noch anführen sollen,

was diejenigen bemerken, die in nördliche Gegenden reisen. Sie werden dieses schon aus dem Vorigen muthmaßen können, nämlich: je nördlicher man auf der Erde kömmt, desto höher steigt der nördliche Polarstern gegen das Zenith herauf, desto mehrere von den nördlichen Sternen giebt es, die nie untergehen, desto niedrigere Bogen sieht man die südlichen Gestirne durchlaufen, und desto mehrere Sterne verschwinden am südlichsten Himmel ganz, oder gehen nicht mehr auf. Könnte man wegen der unerträglichen Kälte in den nördlichen Gegenden weit genug nach Norden hin fortreisen, so würde man endlich den Polarstern im Zenith, und alle übrige Sterne in Kreisen, die mit dem Horizonte gleichlaufend wären, um ihn herumgehend sehen; auf- und untergehen würde keiner, sondern alle würden ihre ganzen Umläufe oberhalb des Horizontes vollenden. Eben so würde man bei einer noch weiter als Vasco de Gama kam, nach Süden gehenden Reise, den Südpol steigen, und endlich das Zenith erreichen sehen, wenn nicht auch im Süden der Erde ewiges Eis den Fortgang der Reisenden hemmte.

Die Stellung der Sterne gegen das Zenith und den Horizont des Beobachters ist also an verschiedenen Orten sehr verschieden, aber es ist merkwürdig, daß die scheinbare Entfernung zweier Sterne von einander allen Bewohnern der Erde gleich groß erscheint, und daß überhaupt die Gestalt der Sternbilder völlig dieselbe bleibt, wenn man auch Reisen von mehr als tausend Meilen auf der Erde macht; ja, die sorgfältigsten Beobachtungen haben gezeigt, daß auch mit den genauesten Instrumenten nicht der mindeste Unterschied in den Abständen der Sterne von einander und in ihrer gegenseitigen Lage zu bemerken ist.

Diese Beobachtung zeigt uns, daß die Sterne weit von uns entfernt sind. Denn wenn wir unsre Aufmerksamkeit bei kleinern Reisen auf Gegenstände auf der Erde richten: so bemerken wir, daß die, worauf wir zugehen, aus einander zu rücken, die aber, die wir hinter uns lassen, sich einander zu nähern scheinen. Wir sehen die Stadt, wohin unsre Reise gerichtet ist, anfangs klein und ihre Thürme so nahe neben einander, daß ein Finger, den wir eine Elle vom Auge entfernt

halten, uns weit mehr als die ganze Stadt verdeckt; aber so wie wir näher kommen, rückt alles weiter aus einander, wir erkennen eine Menge Gegenstände zwischen den Thürmen, endlich alle einzelne Häuser u. s. w. und zwei Finger, drei Finger, ja die ganze Hand reicht endlich, in einer Entfernung von einer Elle vom Auge gehalten, nicht mehr hin, um die Stadt zu bedecken. Wären also die Sterne uns ziemlich nahe, so müßten wir doch wohl auf einer Reise von tausend Meilen bemerken, daß diejenigen, worauf wir zugehen, größer würden und aus einander rückten, und daß das Gegentheil bei denen hinter uns Statt fände; aber hiervon bemerkt man nicht das Geringste, grade eben so wenig, als man dieses an den Thürmen einer Meilen weit entfernten Stadt bemerkt, wenn man sich ihr um drei Schritte nähert. Diese Beobachtung zeigt also deutlich, daß eine Reise von tausend Meilen gegen die Entfernung der Sterne von uns höchst unbedeutend ist.

Die weiten Reisen zeigen uns ferner, daß die Himmelskugel wirklich eine vollständige Kugel ist, deren eine Hälfte der Horizont uns verdeckt,

und daß auch die Sterne, die uns untergehen, eben so wohl vollständige Kreise durchlaufen, als wir es an den nördlichen Sternen sehen, welche beständig über unserm Horizonte bleiben. Aber noch belehrender werden diese Reisen dadurch, daß sie uns großen Aufschluß über die Gestalt unsrer Erde geben. Zuerst nämlich zeigen sie sogleich, daß die Erde keine Ebene sein kann. Wäre die Erde eine Ebene, so ließe es sich frei-lich denken, daß der südwärts Reisende die Sterne, die er hier im Zenith sah, hinter sich zurückließe, und sie also nördlich vom Zenith vorbeigehend sähe; obgleich schon dieses mit der eben bewiesenen sehr großen Entfernung der Sterne nicht bestehen könnte, da ich auf einem graden Wege nur dann bemerke, daß die an-fangs grade neben mir liegenden Gegenstände hinter mir zurückbleiben, wenn diese nicht son-derlich entfernt sind, in Vergleichung des Rau-mes, welchen ich selbst zurücklege. Aber lasse ich auch dies gelten, daß das Fortgehen auf einer ganz ebenen Erde die beobachtete Verrük-kung des Zeniths unter den Sternen bewirken könne: so läßt es sich doch bei einer solchen Ge-stalt der Erde gar nicht erklären, wie Vasco de

Gama in Süden neue Sterne entdecken konnte, die bei uns gar nicht aufgehen. Denn wenn ihm auch die südlichen Sterne aus einander, und gegen das Zenith heraufzurücken schienen, weil er sich ihnen näherte, so konnten doch die, welche uns durch den Erdenteller verdeckt werden, auch ihm nicht eher sichtbar werden, bis er dem Rande der platten Erde nahe gekommen war, und über diesen Rand weg in den Abgrund sehen konnte; welches gethan zu haben sich noch nie jemand gerühmt hat.

Ist die Erde aber keine Ebene, so muß ihre Oberfläche krumm sein. Daß sie etwas gekrümmt ist, zeigen schon alltägliche Erfahrungen, da man z. B. von Schiffen auf der See nur die Spitzen der Masten sieht, wenn sie sehr entfernt sind, also bemerkt, daß die Wölbung der Erde oder der Meeresfläche uns den untern Theil derselben verdeckt; aber diese Erfahrungen würden uns über die eigentliche Figur der Erde wenig Genaues lehren können. Jene Beobachtungen auf weiten Reisen führen uns viel weiter. Ich sagte vorhin: wenn wir auf einem graden Wege fortgehen, so bemerken wir nur an denjenigen, grade neben uns liegenden

Gegenständen, welche nicht weit entfernt sind, daß sie hinter uns zurückbleiben, während wir eine kleine Strecke Weges zurücklegen; lassen Sie uns jetzt sehen, was wir auf einem krummen Wege in dieser Hinsicht beobachten. Eine Zeichnung (Fig. 3) wird mir am besten zur Erläuterung dienen. Wenn man auf dem graden Wege AB, den Sie hier sehen, von A nach B geht und bis C gekommen ist, so sieht man den Baum D sowohl als das Haus E grade neben sich; aber wenn man ein wenig weiter nach F geht, so bemerkt man nur, daß der Baum zurückgeblieben ist, und daß man sich jetzt grade neben G befindet, und von dem Hause E würden wir noch immer sagen, daß es auch in F noch ziemlich grade neben uns läge. Stößt an unsern graden Weg in C der krumme Weg HCI, so wie in der Zeichnung, an, so sagt der Wandrer, welcher sich in C auf diesem krummen Wege befindet, von den Gegenständen D, E ebenfalls, daß sie grade neben ihm liegen; denn sein Gesicht ist jetzt nach K gerichtet, und D, E liegen ihm grade zur Seite. Aber indem er ein wenig weiter nach M geht, kehrt er allmählig wegen der Krümmung des Weges

sein Gesicht nach L, und sieht nun die Kirche N grade zur Seite, E dagegen viel merklicher hinter sich, als es der Fall sein würde, wenn er auf dem graden Wege um eben so viel fortgegangen wäre.

Dieses läßt sich leicht auf den Himmel anwenden, wenn wir jetzt statt: grade zur Seite, sagen: grade über uns, oder im Zenith. In der zweiten Zeichnung (Fig. 4) soll ACB einen Theil von der Oberfläche der Erde vorstellen, oder vielmehr die auf der Erde grade von Norden nach Süden gezogene Linie, auf welcher unser Reisender fortgeht. Indem er in C ist, sieht er grade vor sich hin nach D, und was unterhalb D liegt, ist unter seinem Horizonte; denn da die Erde erstaunlich groß ist, so kann er, selbst wenn er ein wenig hoch steht, nicht merklich über die Wölbung bei E wegsehen; wenigstens, wenn er in C sein Auge der Erde sehr nähert, ist alles, was unterhalb CD liegt, ihm durch den Erdkörper völlig verdeckt. Sieht eben dieser Beobachter hinter sich zurück, so begrenzt die Linie CF seinen Gesichtskreis, und Sie übersehen nun leicht, daß er nach dem Zenith oder grade über sich sieht, wenn er sein

Auge nach G richtet. Kömmt der Reisende nach H, so ist sein Auge, wenn er grade vor sich hin sieht, nach I gerichtet, und die Linie HK geht nach seinem Zenith; das Zenith dieses Beobachters rückt also desto mehr unter den Sternen fort, je stärker die Erde auf der Strecke CH gekrümmt ist. —

Aber es wird besser sein, daß ich hier einen Ruhepunct mache, und Ihnen das nächste Mal die eigentliche Absicht dieser Betrachtungen erkläre.

Siebenter Brief.

am 23. August.

Da die Sterne so sehr weit von uns entfernt sind, daß Reisen, welche wir auf der Erde anstellen können, gar keine merkliche Aenderung in ihrer gegenseitigen Stellung hervorbringen: so würde, wenn die Erde eine Ebene wäre, der Reisende an jedem Orte einerlei Sterne durch sein Zenith gehend sehen, oder wenigstens würde die Entfernung der nach dem Zenith gerichteten

Linie von diesen Sternen kaum merklich sein. Dieser Umstand, daß die Sterne so sehr entfernt sind, giebt uns also ein Mittel an die Hand, zu bestimmen, um wieviel die Richtung der nach dem Zenith gezogenen Linie sich åndert, indem man von einem Orte zum andern reist. Ich will zuerst bloß von den von Norden nach Sůden gerichteten Reisen reden, und voraussetzen, daß der Reisende grade dann immer seine Beobachtungen anstellt, wenn ein bestimmter Stern, ich will annehmen, die Ziege, an dem Orte, wo er abreiste, im Zenith steht. In meiner Zeichnung mag (Fig. 5) A den Ort bedeuten, von wo er ausreiste, und A B die nach dem Zenith desselben gezogene Linie; dann wird der Beobachter, wenn er in C angekommen ist, die Ziege nach der Richtung C b sehen, wenn er sie zu eben der Zeit beobachtet, da sie in A im Zenith steht; und wenn er jetzt durch Hůlfe irgend eines Instrumentes den Winkel abmessen kann, welchen die nach der Ziege gezogene Linie C b mit der nach seinem Zenith gezogenen Linie C D macht, so giebt dieser Winkel genau an, um wie viel sein Zenith sich verrůckt hat, oder wie viel die Krůmmung der Erde auf

dieser Strecke beträgt. Hätte die Erde oder die Linie, worauf der Reisende fortgeht, eine solche Figur, wie ich sie hier (Fig. 5) gezeichnet habe: so würde diese Verrückung des Zeniths bei gleich weiten Reisen nicht überall gleich groß sein. Nehmen Sie an, daß von A zwei Reisende bis zu gleich entfernten Puncten C, E gekommen sind, und daß sie jetzt zu einerlei Zeit die Ziege nach den Richtungen Cb und EF sehen: so zeigen die Winkel, welche die Linien CD und EG mit jenen machen, an, um wie viel ihr Zenith sich verrückt hat, und schon die Zeichnung läßt bemerken, daß das Zenith sich in E weit mehr verrückt hat, als in C, weil die Krümmung von A bis E stärker ist, als von A bis C. Auf diese Weise ist es also möglich, die Krümmung der Erde von Ort zu Ort zu bestimmen, und so zur Kenntniß der Figur der ganzen Erde zu gelangen.

Wenn man so einmal die Figur der Erde genau kennte, so würde der Schiffer mitten auf dem Meere aus der Entfernung seines Zeniths von gewissen Sternen Schlüsse über die Lage des Ortes, wo er sich befindet, herleiten können; und wegen dieses und andrer daraus entsprin-

gender Vortheile hat man viele Sorgfalt auf diese Bestimmung gewandt. Ich habe bisher nur von Seereisen geredet, und dabei konnte Ihnen der Zweifel einfallen, wie man es wohl anfangen möchte, zu bestimmen, wenn man sich nach C und nach E gleich weit von A entfernt habe; und in der That, weil diese Bestimmung große Schwierigkeit haben würde, hat man sich der Messungen auf dem festen Lande bedienen müssen, um etwas Genaues über die Figur der Erde auszumachen. Daß die Oberfläche des festen Landes durch Berge und Thäler ein etwas irreguläres Ansehen hat, bedeutet hierbei wenig; denn im Ganzen ist doch das feste Land wenig über die Fläche des Meeres erhaben, und hat, wenn wir auf Kleinigkeiten nicht Rücksicht nehmen, eben die Krümmung, wie die Oberfläche des Meeres, wie schon daraus erhellet, daß die Meeresufer in Portugal und Rußland, in China, Arabien und am Cap im Allgemeinen gleich hoch sind. Um auf dem festen Lande die gleichen Entfernungen AC, AE abzumessen, muß man freilich die Sorgfalt anwenden, genau horizontal zu messen, da man sonst im Fortgehen über einen Berg eine viel größere Länge

herausbringen würde, als wenn dieser nicht da wäre; aber Sie übersehen leicht, daß bei hinreichender Aufmerksamkeit sich dieses wohl ausführen läßt, und daß es also sehr gut möglich ist, auf der Erde genau gleiche Entfernungen anzugeben, für die man die Aenderung in der Lage des Zeniths beobachten kann.

Wirklich hat man solche Abmessungen hinreichend langer Linien von Norden nach Süden angestellt, und hat dann gefunden, daß das Zenith gleich viel fortrückt, wenn man um gleiche Strecken von Norden nach Süden fortgeht, man mochte diese Beobachtung, wo man wollte, auf der Erde anstellen. Diese Erfahrung leitete zu dem Schlusse, daß die Erde eine Kugel sei, weil nur die Kreislinie und die Kugelfläche die Eigenschaft haben, daß sie überall gleich stark gekrümmt sind, oder daß — wie wir es hier bemerken — die Verrückungen des Zeniths gleich groß sind, wenn man gleich weit fortgeht.

So bestätigen also diese genauern Untersuchungen das, was schon die Umschiffungen der Erde uns oberflächlich lehren: daß die Erde ein runder, von der Himmelskugel abgesonderter Körper sei, welcher frei im Weltraume schwebt,

ohne sich auf etwas zu stützen, oder irgendwo fest gehalten zu werden. Wie dieses möglich sei? — welche Kraft die Erde im leeren Weltraume schwebend erhalte? — darnach dürfen wir noch nicht fragen. — Ob ich Ihnen künftig diese Frage genügend beantworten kann? — das werde ich zwar können; aber meine Antwort wird Sie zu neuen und zu immer neuen Fragen veranlassen. Denn wenn wir gleich wissen, wie die Erde bei ihrem Laufe um die Sonne sich im Weltraume schwebend erhält, so können wir doch wieder fragen, worauf denn die Sonne ruhe, und so weiter. Aber so geht es uns überall, und so muß es uns gehen. Unser Verstand ist endlich und unsre Erfahrung begrenzt, und darum sind wir nicht im Stande, die ins Unendliche gehenden Anforderungen unsrer über die Erfahrung hinaus forschenden Vernunft zu erfüllen. Und sollten wir darum zürnen? — Dürfen wir es beklagen, daß unserm Geiste dieses Streben, dieser Blick über die Erfahrung hinaus, dieser Trieb immer weiter zu forschen, gegeben ist, obgleich ihm die Flügel versagt wurden, um sich zu jeder Höhe hinaufzuschwingen? — Gewiß, diese Klage

wäre thöricht! denn grade in diesem Weiterstreben, in diesem Hinausblicken über die Erfahrung liegt ja eben der Vorzug des Menschen. Die einzelne Erscheinung bemerkt auch das Thier, aber es hat keine Ahndung von einem Zusammenhange, von beständigen Gesetzen, denen die Erscheinungen unterworfen sind; es wirft keine Frage auf, und darum können ihm auch keine Antworten zu Theil werden. Nur der Mensch bringt zu der Betrachtung der Natur die Idee von Zusammenhang, von Ordnung, von Zweckmäßigkeit mit, und darum ist auch nur für ihn die Natur ein Ganzes; er ahndet ihre Gesetze, und wahrhaft steht mit seinem Genius die Natur in ewigem Bunde, und was jener verheißt, leistet diese gewiß.

Dieser Ahndungsblick eben ist es, welcher uns zur Kenntniß der Naturgesetze leitet; denn obgleich er uns zuerst nur Vermuthungen oder Hypothesen an die Hand giebt, so dienen uns doch diese, die Erfahrungen zu ordnen, die Lücken unsrer Kenntnisse zu bemerken, und unsre Aufmerksamkeit auf die Puncte zu richten, wo es sich zeigen muß, ob jene Hypothesen richtig waren oder falsch. Hierdurch wird dieses Fra-

gen, dieses über die unmittelbare Erfahrung hinausgehende Forschen so sehr wichtig für die Erweiterung unsrer Kenntnisse; und darum ward diese Neigung, weiter und immer weiter zu fragen, uns verliehn, damit wir nie still stehen sollten, fortschreiten von Stufe zu Stufe in der Erkenntniß, und es fühlen sollten, daß unser Wesen einer unendlich größern Ausbildung fähig ist, als wir hier erreichen.

Achter Brief.

am 28. August.

Ich fange schon heute wieder einen Brief an Sie an, um Sie mit etwas angenehmeren, als mit den nach dem Zenith gezogenen Linien und den Buchstaben bei den Zeichnungen zu unterhalten; denn ich möchte doch nicht gern, daß Sie mir sagen müßten, Sie wären meiner Briefe müde, und ich möchte nur aufhören. — — — Ich bin Ihnen noch einige Erörterungen über die Himmelskugel schuldig geblieben, welche ich heute füglich nachholen kann.

Sie erinnern sich aus dem, was ich neulich Ihnen hierüber sagte, daß man den Pol P auf eine gewisse bestimmte Höhe stellen muß, um die Erscheinungen so darzustellen, wie sie sich bei uns ereignen, und Sie werden nun schon vermuthen, daß eine andre Stellung des Poles den Erscheinungen in andern Weltgegenden entsprechend sein wird. Rückt man (Fig. 2) den Pol weiter gegen Z zu herab, so hat man alle die Erscheinungen, welche Beobachter in mehr südlich gelegenen Gegenden bemerken. So wie nämlich dort der Pol niedriger am Himmel steht, so wie es dort wenigere nie untergehende Sterne am nördlichen Himmel giebt, und so wie dort in Süden neue, uns unbekannte Sterne über den Horizont hervor kommen; eben so geschieht es auch hier. Legen Sie die Kugel so, daß P genau im Horizonte bei Z liegt, so stellt die künstliche Himmelskugel durch ihre Umdrehung Ihnen alle Erscheinungen dar, welche man in denjenigen Gegenden der Erde bemerkt, wo beide Pole des Himmels genau im nördlichen und südlichen Horizonte liegen; alle Sterne der ganzen Himmelskugel kommen dann über den Horizont hervor; alle verweilen gleich lange

über demselben, und keiner bleibt ohne unterzugehen immer über dem Horizonte. Betrachten Sie das Aufsteigen eines Sternes während der Umdrehung der Kugel genauer, so sehen Sie, daß bei dieser Stellung der Kugel alle Sterne viel grader aufsteigen, und daß keiner einen so weiten Bogen von Nordosten nach Süden und dann bis nach Nordwesten beschreibt, wie es in unsern Gegenden manche Sterne thun; und so giebt Ihnen die künstliche Himmelskugel eine Vorstellung von dem scheinbaren täglichen Laufe der Sterne, so wie man ihn dort bemerkt. Legen Sie den südlichen Pol S oberhalb und P unterhalb des Horizontes, so haben Sie die Stellung der Himmelskugel, welche in noch südlichern Gegenden, z. B. am Vorgebirge der guten Hoffnung, Statt findet; und endlich, wenn Sie den einen Pol, z. B. P ganz oben hinschieben, wo C steht, so zeigen sich Ihnen die Erscheinungen derjenigen Gegend, wo der Himmelspol im Zenith steht, wo kein Stern auf- und untergeht, sondern wo alle täglich einmal mit dem Horizonte parallel um den Himmel herumlaufen.

Von den beiden Puncten auf der Erde, wo man einen der Pole der Himmelskugel im Zenith sieht, sagt man, daß sie unter den Polen liegen, und nennt sie selbst die Pole der Erdkugel. Gehen wir nun von einem dieser Pole, ich will annehmen vom Nordpole, aus, und immer grade nach Süden fort, so entfernt sich der Pol des Himmels, und der ihm nahe stehende Polarstern immer weiter vom Zenith; und da dieses auf einerlei Weise geschieht, man mag vom Nordpole der Erde nach welcher Seite man will gehen, so werden Sie sich wegen der gleichförmigen Krümmung der Erde leicht überzeugen, daß man, um an Orte zu kommen, wo man den Pol gleich hoch und folglich einerlei Sterne durchs Zenith gehend sieht, sich immer um gleich viel vom Pole der Erde entfernen muß. Geht man also auf der kugelförmigen Erde (Fig. 6) von irgend einem Puncte B so fort, daß man immer eben die Sterne im Zenith sieht, wie in B, so ist der Weg Bab, den man zurücklegt, ein um den Pol P gezogener Kreis. Dieser Kreis ist desto kleiner, je näher B dem Pole liegt; bei größerer Entfernung vom Pole nimmt er zu, bis zu der Gegend A, wo man

von beiden Polen gleich weit entfernt ist. Geht man von A so fort, daß immer dieselben Sterne durch das Zenith gehen, und folglich immer beide Pole in entgegengesetzten Puncten des Horizontes erscheinen, so ist der Kreis ACD, welchen man so beschreibt, größer als irgend einer der auf ähnliche Weise weiter nordwärts oder südwärts durchlaufenen Kreise Bab oder EFG. Da man in a eben die Sterne wie in B durchs Zenith gehend sieht, so zeigen sich an beiden Orten die Auf- und Untergänge der Sterne oder die ganze tägliche Umdrehung der Himmelskugel völlig auf einerlei Weise, nur mit dem Unterschiede, daß eben der Stern später oder früher im Zenith von a steht, als im Zenith von B, und also einerlei scheinbare Stellung der Himmelskugel sich an beiden Orten zu verschiedenen Zeiten ereignet.

Die Kreise, welche man so wie Bab um den Pol auf der Erde zeichnet, heißen Parallelkreise, weil jeder von dem andern überall gleich entfernt ist, und der größte unter ihnen, ACD, heißt der Aequator der Erde. Diejenigen Menschen also, welche beide Pole

im Horizonte sehen, befinden sich auf dem Aequator der Erde.

Auch an der Himmelskugel können Sie sich solche Kreise um den Pol gezogen denken, wie wir eben um den Pol der Erde gezogen haben; diese heißen dort ebenfalls Parallelkreise, und es wird Ihnen wohl von selbst einfallen, daß alle die Sterne, welche durch unser Zenith gehen, in einerlei Parallelkreise stehen, und daß überhaupt alle in einerlei Parallelkreise stehende Sterne uns gleich hoch zu steigen, und ganz gleiche Bogen am Himmel zu durchlaufen scheinen. Der Parallelkreis, welcher von beiden Polen der Himmelskugel gleich weit entfernt ist, heißt auch wieder der Aequator der Himmelskugel, und die darin stehenden Sterne gehen denjenigen durchs Zenith, welche auf dem Aequator der Erde wohnen.

Es wird Sie vielleicht interessiren, die Sterne zu kennen, welche im Aequator des Himmels stehen, und ich will Ihnen daher eine leichte Methode angeben, um dieselben aufzufinden. Da man alle diese Sterne leicht finden kann, wenn man nur einen derselben erst kennt, so will ich damit anfangen, Ihnen einen im

Aequator stehenden Stern nachzuweisen; dieses ist der westlichste Stern im Gürtel des Orion. Ich glaube, daß Sie diesen Stern kennen, sollte dies aber nicht der Fall sein, so werden Sie ihn in den Winterabenden, z. B. im Januar, etwa um 10 Uhr grade in Süden nach der beiliegenden Zeichnung (Fig. 7) leicht finden; es ist nämlich da der Stern A, und das ganze Sternbild ist dann in mäßiger Höhe so kenntlich, daß ich Ihnen gar nichts weiter über die Mittel, es aufzufinden, zu sagen brauche.

Kennen Sie nun diesen Stern, so müssen Sie sich die Richtung, nach welcher er Ihnen irgend einmal erscheint, genau merken. Geben Sie z. B. Achtung, wenn er Ihnen eben über der Spitze eines benachbarten Hauses hervorzukommen scheint, und bemerken sich die Stelle des Fensters, wo Sie Ihr Auge halten müssen, um ihn recht nahe bei dieser Spitze oder bei sonst einem kenntlichen Gegenstande zu sehen: so sehen Sie allemal, wenn Sie zu jeder andern Zeit Ihr Auge in eben die Lage bringen, bei jener Spitze des benachbarten Hauses einen Stern, welcher im Aequator des Himmels steht.

Neunter Brief.

am 2. Sept.

Ich habe eben Ihre Beantwortung meines vorletzten Briefes erhalten. Also glauben Sie, mein Beweis, daß die Erde eine Kugel ist, sei nicht vollständig! — Da man gar nicht nach den Polen hinkommen könne, sagen Sie, so habe man gewiß nicht rund um die Erde herum (was schon ohnehin unwahrscheinlich sei) solche gleiche Entfernungen wie AC und AE (Fig. 5) abmessen können, und so scheinen Ihnen die Beweisgründe zu fehlen, die uns von dem einzelnen Stücke auf das Ganze schließen lassen. Ich muß Ihnen gestehen, daß ich fürchtete, Sie zu lange mit diesem Gegenstande zu unterhalten, und daß ich daher glaubte, mich mit einer kurzen Hindeutung befriedigen zu müssen; lassen Sie mich also jetzt noch etwas zu jenen Betrachtungen hinzufügen. Wir wollen annehmen, daß man zuerst durch solche Messungen, von A nach C und nach E zu, gefunden habe, daß die Krümmung in dieser Gegend gleichförmig, das ist, bei gleichen Abständen nach Süden oder Norden gleich stark

sei; dann war die Vermuthung natürlich, daß der Durchschnitt der Erde ein Kreis, also sie selbst eine Kugel sein möchte, und man konnte nun den Versuch wagen, die Größe dieser Kugel zu bestimmen, und diese Vermuthung selbst näher zu prüfen.

Ich zeichne Ihnen hier (Fig. 8) eine kugelförmige Erde, auf der P, S die beiden Pole, und A Q den Aequator bezeichnen. Bei Gelegenheit der Himmelskugel habe ich Sie darauf aufmerksam gemacht, daß dort der Umfang der Kreise in 360 Grade getheilt war, und daß man nach diesen Graden bestimmt, wie groß irgend ein Stück eines Kreises in Vergleichung des ganzen Kreises ist; es wird Ihnen also nicht ganz fremd vorkommen, wenn ich annehme, daß der Stern, welcher in C im Zenith stand, sich zu eben der Zeit in B 10 Grad vom Zenith entfernt zeige. Wie man das bestimme? — das zu beschreiben, erlassen Sie mir für jetzt; lassen Sie mich indeß Sie daran erinnern, daß man wegen der erstaunlichen Entfernung der Sterne in jeder Gegend der Erde die Pole des Himmels einander grade gegenüber sehen würde, wenn der eine nicht

durch den Horizont verdeckt würde, und daß daher die Entfernung vom Nordpole (der nicht ganz genau mit dem Polarstern übereinkömmt) bis zu einem Sterne im Aequator 90 Grade oder ein Viertel des Kreises beträgt; diese Betrachtung kann uns fürs erste als Grundlage einer Gradtheilung am Himmel dienen, obgleich es zur wirklichen Messung andrer Hülfsmittel bedarf.

Wäre die Erde eine Kugel, so würde vom Pole P bis zum Aequator A ein Viertel ihres Umfanges sein, und das Zenith hätte sich auf der Reise von P nach A um 90 Grade verrückt: fände man also von C bis B die Verrückung 10 Grade groß, so würde man schließen, daß CB der neunte Theil von AP ist, wenn die Fortrückung des Zeniths überall gleich stark, oder die Erde überall gleich gekrümmt oder kugelförmig ist. Hätte man also die Entfernung von C nach B in Füßen abgemessen, so würde man daraus den Schluß ziehen, daß von A nach P auf der Erde neunmal so weit als von C nach B sein müsse, wenn die Erde eine Kugel ist, oder daß bei eben der Voraussetzung der ganze Umfang der Erde 36 mal

so groß als CB sei. Gesetzt nun, man mäße anderswo in cb und FG eben so große Stücke als CB auf der Erde ab, und fände auch auf diesen Strecken die Verrückung des Zeniths genau 10 Grad, so würde man aus jedem dieser Stücke eine gleiche Größe der Erdkugel ableiten, oder finden, daß alle diese einzelnen Theile zu einerlei Kugel paßten, wodurch dann die Vermuthung, daß die Erde wirklich eine Kugel von dieser Größe sei, schon einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit erlangen und immer mehr befestigt werden würde, je mehrere solche Stücke man abmäße und dieser Hypothese gemäß fände. Solche Messungen hat man nun wirklich in Lappland und Peru, in Nordamerica und Frankreich und am Cap, und noch in mehrern Gegenden angestellt, und alle stimmen dahin überein, daß die Erde beinahe kugelförmig sei, und etwa 9000 Stunden Weges im Umfange halte.

Beinahe! — denn ich muß jetzt nur mit dem Bekenntnisse herausrücken, daß ich bisher bloß der Einfachheit wegen immer so sprach, als ob sie eine genaue Kugel wäre, und daß diese Behauptung noch kleiner Correctionen

bedarf. Dieses ist überhaupt so die Sitte der Astronomen und Physiker, daß sie uns anfangs mit einer leichten Darstellung, die nicht ganz genau wahr ist, so unterhalten, als ob gar nichts dabei zu erinnern wäre, und dann hinterher, wenn wir unsrer Sache recht gewiß zu sein denken, allerlei Einschränkungen und Correctionen anzubringen haben. Indeß brauche ich Ihnen wohl kaum zu sagen, welche Vorzüge diese Methode hat, da es einleuchtend ist, daß man die Aufmerksamkeit auf zu Vielerlei richten müßte, wenn man gleich alle Verwicklungen und alle kleine Abweichungen berücksichtigen wollte. Wirklich ist auch die Art, wie man die Entdekkungen in diesen Wissenschaften gemacht hat, völlig übereinstimmend mit dieser Art des Vortrags. Als man z. B. bemerkte, daß die Erde keine Ebene sei, so fing man anfangs nur sehr oberflächlich an, aus solchen gemessenen Bogen CB den Umfang der Erde unter der Voraussetzung, daß sie eine Kugel sei, zu berechnen; spätere ähnliche Messungen bestätigten diese Voraussetzung, aber weil man allmählig mehr Genauigkeit in die Messungen brachte, so fand man sehr kleine Ungleichheiten in der Krümmung

der Erde an verschiedenen Stellen, und fing daher an zu vermuthen, daß die Erde zwar einer Kugel nahe komme, aber doch ein wenig von der genauen Kugelform abweiche. Um über diese kleinen Abweichungen zu entscheiden, waren schon sehr genaue Beobachtungen und Messungen nöthig, weil bei den unvollkommenen Hülfsmitteln der ältern Zeiten die Fehler der Beobachtungen größer waren, als die kleinen Ungleichheiten, die aus der Abweichung von der Kugelform entstanden. Nach und nach konnte man also erst dahinkommen, zu bestimmen, ob unsre Abweichungen irregulär wären, oder sich unter ein gewisses Gesetz bringen ließen: und ein solches Gesetz fand man endlich wirklich.

Stellt man nämlich die Untersuchungen über die Verrückung des Zeniths nahe am Aequator an, so findet man dort die Krümmung der Erde allemal stärker, als in der Nähe des Poles, und sehr genaue Abmessungen zeigen, daß die Krümmung allmählig immer mehr abnimmt, je weiter man vom Aequator nach einem der Pole zu geht. Die Erde hat also eine an den Polen abgeplattete Gestalt (etwa wie Fig. 9), deren genaue Form man daraus abzuleiten suchen kann, daß man an

vielen, ungleich vom Aequator entfernten Orten Beobachtungen anstellt, und daraus bestimmt, wie die Krümmung der Erde von A nach P allmählig abnimmt. Sehr sorgfältige Untersuchungen, die man hierüber angestellt hat, zeigen, daß die Erde wenig von einer Kugel verschieden ist, und daß der Durchmesser AQ nur um $\frac{1}{330}$ größer als PS ist, das heißt, wenn man den Durchmesser zwischen den Polen PS in 330 gleiche Theile theilt, so hat der Durchmesser des Aequators 331 eben solche Theile. Die Größe der Erde hat man nach den genauesten Messungen so gefunden, daß

der Durchmesser des Aequators 6542416 Tois.
der Durchm. zwischen den Polen 6522886 Tois.

ist, jede Toise aber enthält 6 französische Fuße.

Die Abplattung der Erde ist also so geringe, daß man sie in einer Zeichnung gar nicht der Natur gemäß darstellen kann, da sie bei einem Kreise von mehr als $2\frac{1}{4}$ Fuß Durchmesser erst eine Linie oder $\frac{1}{12}$ Zoll beträgt; aus diesem Grunde macht man auch die Nachbildungen der Erde oder die künstlichen Erdkugeln genau kugelförmig, weil eine so höchst unbedeutende Abplattung doch gar nicht bemerkbar sein würde.

So viel wissen wir also nun, daß die ohngefähr kugelförmige Erde in der Mitte der ungeheuer viel größern Himmelskugel schwebt, und daß diese sich um die Erde zu drehen scheint; jetzt aber drängt sich uns eine Menge von Fragen auf: ob diese Himmelskugel denn wirklich eine ungeheure, mit hellen Puncten besäete, Kugel sei, oder ob die Sterne etwa bedeutende Körper sind, die von einander getrennt, vielleicht auch in ungleichen Entfernungen von uns schweben, und nur scheinbar an einer einzigen Kugelfläche liegen? — ob alle diese hellen Puncte sich um uns herum drehen, oder ob etwa die Erde sich dreht, und also die Umdrehung der Himmelskugel nur scheinbar ist? — — — Die erstere Vermuthung gewinnt durch die sehr große Entfernung der Sterne von uns viele Wahrscheinlichkeit; denn da sie so weit von uns sind, daß alle unsre Reisen auf der Erde gegen diese Entfernung völlig unbedeutend sind, so müssen das doch wohl sehr große und helle Lichter sein, die aus solchen ungeheuern Entfernungen uns noch sichtbar sind; und da die Erde so frei im Weltraume schwebt, ohne irgendwo gestützt zu

werden, so ist es wenigstens kein ungereimter Gedanke, daß auch die Sterne wohl solche im Weltraume schwebende Kugeln sein mögen, die sich aber dadurch von der Erde unterscheiden müssen, daß sie leuchten, welches bei der Erde nicht Statt findet. Auch die zweite Frage, ob nicht etwa die tägliche scheinbare Umdrehung der Himmelskugel von einer wirklichen Umdrehung der Erde herrühre, ist wenigstens keine widersinnige Vermuthung. Denn es ist z. B. bekannt, daß man in einem Schiffe, welches, so wie beim Laviren, sich dreht, die entfernten Gegenstände in Bewegung zu sehen glaubt, und immer geneigt ist, das Schiff oder sich selbst als ruhend zu betrachten; wäre also die Erde so ein großes Schiff, welches sich mit allem, was darauf ist, umdrehte, so würden wir leicht glauben können, die Sterne liefen um uns herum, statt daß wir eigentlich selbst es sind, die sich bewegen, und bald diesem, bald jenem Sterne unser Gesicht, oder irgend ein Fenster unsers Hauses zukehren. Aber alles, was wir jetzt hierüber sagen können, sind nur noch Vermuthungen, und wir müssen also suchen, in den Erscheinungen der

Sterne noch bestimmtere Angaben zu finden, die uns zur Entscheidung, ob diese Vermuthungen Wahrheit enthalten, leiten können.

Zehnter Brief.

am 9. Sept.

Recht gern will Ihren Wunsch, etwas von den Instrumenten zu hören, deren man sich zur Abmessung der Stellung der Sterne bedient, erfüllen. Ich hätte wohl selbst vermuthen können, daß Sie hierüber etwas näher unterrichtet zu sein wünschen würden, aber ich hätte mich vielleicht nicht entschlossen, die dritte Cardinaltugend des Lehrvortrages, die systematische Ordnung, so aus den Augen zu setzen, um mir solche Einschaltungen zu erlauben, wenn Sie es nicht selbst so verlangten. Sie werden freilich fragen, ob es denn so nothwendig sei, selbst im Briefwechsel so strenge systematisch zu verfahren, wie in einem Compendium? — und ich muß gestehen, daß ich das nicht behaupten kann; aber es ist ein Unglück für

einen Gelehrten, daß man immer, wenn man nur die Feder ansetzt, denkt, ein Recensent gucke einem über die Schulter, und jeden Buchstaben so überlegt, als wenn er gedruckt werden und in die weite Welt gehen sollte. Und wo auch diese Recensenten-Scheu wegfällt, da denkt man doch, es könnte etwa unser satyrischer Freund ** diese Briefe zu sehen bekommen, und wie würde man dann dies und jenes entschuldigen? — — Aber diese Ausschweifungen würde ich gleichwohl kühn in Schutz nehmen, und nicht etwa bloß Ihren Willen vorschützen, sondern auch sagen, daß schon Horaz angerathen habe, das Nützliche mit dem Angenehmen zu mischen, also zwischen schwerern Lehren, bei denen man ermüden möchte, mehr unterhaltende einzustreuen, und daß es wirklich nützlich ist, wenn man eine Lehre gefaßt hat, sich dann an einer andern Unterhaltung zu zerstreuen, um, wenn es nöthig ist, nachher mit erneuerter Kraft noch einmal zu ihr zurück zu kehren. — Doch zur Sache!

Da es bei der Bestimmung der scheinbaren Lage eines Sternes vorzüglich darauf ankommt, die Richtung nach dem Zenith genau zu kennen:

so ist an den Instrumenten, womit ich Sie für jetzt bekannt machen kann, diese Richtung immer genau bestimmt. Sie wissen, daß hierzu ein an einem Faden hängendes Gewicht füglich dienen kann, weil die Richtung dieses Fadens ganz genau nach dem Zenith geht, und also die senkrechte, lothrechte, verticale Linie (ich setze alle diese Ausdrücke hierher, um sie Ihnen auf einmal alle bekannt zu machen,) hierdurch genau bestimmt ist. Es kömmt nun nur darauf an, zu bestimmen, wie viel die Abweichung der nach einem Sterne gezogenen Linie von dieser verticalen Linie beträgt. — Hätte man ein Instrument, welches, so wie Fig. 10 zeigt, aus einem in Grade getheilten Viertel-Kreise bestände, und woran ein Fernrohr AB um den Mittelpunct A gedreht werden könnte: so würde, wenn AC mit Hülfe eines an C aufgehangenen Gewichtes vertical gestellt wäre, die Anzahl der Grade zwischen C und B allemal die Abweichung des Fernrohres von der Verticallinie angeben. Wäre also das Fernrohr genau nach einem gewissen Sterne gerichtet, so nämlich, daß man diesen Stern genau in der Mitte des Fernrohres sähe, so fände man mit Hülfe der Gradtheilung, um

wie

wie viel dieser Stern vom Zenith abstände, weil der Bogen CB im Kleinen grade eben das ist, was am Himmel der Zwischenraum zwischen dem Zenith und dem Sterne, den man in der Mitte des Fernrohres sieht. Bei den Beobachtungen hat man es bequemer gefunden, dem Instrumente nicht die hier (Fig. 10) gezeichnete Stellung zu geben, sondern vielmehr die in Fig. 11 gezeichnete; Sie übersehen aber leicht, daß auch hier, wenn AC vertical gestellt ist, der Bogen BC angiebt, um wie viel der Stern, den man von B aus im Fernrohre AB sieht, vom Zenith entfernt stehe. Diese Einrichtung ist deswegen bequemer, weil man nun, indem man bei B ins Fernrohr sieht, auch gleich dicht daneben die Größe des Bogens angemerkt findet, statt daß man bei der erstern Einrichtung immer erst vom einen Ende des Fernrohres zum andern hätte gehen müssen, welches, zumal bei großen Instrumenten, keine so ganz leichte Sache ist.

Da unter den verschiedenen Abständen vom Zenith, welche ein Stern erreicht, derjenige am wichtigsten ist, welchen er bei seinem höchsten Stande oder dann hat, wenn er im Meridiane des Himmels ankömmt: so hat man auf vielen

Sternwarten ein eigenes, an einer Wand befestigtes Instrument, welches daher ein Mauer-Quadrant heißt, — Quadrant ist nämlich der allgemeine Name für das Viertel des Kreises. Stellen Sie sich das Instrument (Fig. 11) an einer Wand so befestiget vor, daß es genau in der Richtung von Norden nach Süden und mit der Seite AC vertical steht: so sieht man immer, das Fernrohr mag längst der Kreistheilung hoch oder niedrig gedreht werden, einen im Meridian stehenden Stern im Fernrohre, weil das Fernrohr so angebracht ist, daß es immer längst der Ebene des Instrumentes fortgeschoben wird, oder mit dieser Ebene parallel bleibt. Hier beobachtet man also die Sterne so, wie es am passendsten ist, um die Lage des Zeniths gegen die Sterne und folglich, um den Unterschied in der Lage des Zeniths verschiedener Oerter, wo man solche Instrumente aufgestellt hat, zu bestimmen. Die Befestigung an einer Mauer hat man deswegen nöthig gefunden, weil man sonst jedes Mal erst untersuchen müßte, ob das Instrument sich immer genau im Meridiane befände, woran doch in mancher Hinsicht viel gelegen ist.

Diese Meridianbeobachtungen reichen indeß nicht zu allen Zwecken hin, und daher hat man auch bewegliche Quadranten, welche so eingerichtet sind, daß man sie, während A C beständig vertical bleibt, um A C drehen und also nach jeder Weltgegend stellen kann. Solche Instrumente dienen, um die Stellung jedes willkührlichen Sternes in jedem Augenblicke zu bestimmen; denn wenn z. B. der Stern in Osten steht, so dreht man den Quadranten nach Osten, und giebt dann dem Fernrohre die Stellung, welche es haben muß, damit man den Stern durch dasselbe sehe. Der Bogen B C giebt dann wieder den Abstand vom Zenith an, und das Instrument läßt sich so einrichten, daß zugleich auf einem horizontalen Kreise bemerkt wird, wie weit von Süden oder Norden man die Ebene des Quadranten entfernt habe.

Von den Vorsichten, welche man anwenden muß, um die Linie A C genau vertical zu erhalten, von den Mitteln, deren man sich zu recht genauer Abmessung der Winkel bedient, um ohne allzuviele Eintheilungslinien auf dem Rande des Instrumentes doch kleine Theile des Bogens mit Sicherheit anzugeben, und von andern

Gegenständen, die eigentlich die Kunst des Beobachtens betreffen, will ich Sie nicht unterhalten, da es Ihnen nur um eine allgemeine Vorstellung von den Beobachtungen der Art zu thun ist. Das aber muß ich doch noch erwähnen, daß man diese Instrumente auch zu Höhenmessungen dienende nennt, weil allemal, wenn der Bogen BC den Abstand vom Zenith angiebt, der andre Bogen BD den senkrechten Abstand vom Horizonte, oder das, was man die scheinbare Höhe eines Sternes oder seine Höhe über dem Horizonte nennt, abmißt. — Um alle Ihre Wünsche in dieser Hinsicht zu befriedigen, lege ich Ihnen Zeichnungen von einigen solchen Instrumenten hier bei. Fig. 12 ist ein Mauerquadrant, an dem die vielen Streben und Befestigungen deswegen nöthig sind, weil diese Instrumente immer sehr groß, 5 bis 6 Fuß hoch und folglich schwer sind. Fig. 13 stellt einen beweglichen Höhenquadranten mit dem horizontalen Kreise vor; Sie müssen sich vorstellen, daß der Quadrant an der Axe AB so befestigt ist, daß man ihn um diese drehen kann, und daß er zugleich mit dem Lineale BC in Verbindung steht, damit, indem man den

Quadranten in andre Lagen bringt, das Lineal sich mit herum drehe, und auf dem horizontalen Kreise anzeige, nach welcher Himmelsgegend der Quadrant gerichtet ist. Nehmen Sie nämlich an, der horizontale Kreis sei so gestellt, daß die Linie BD genau nach Norden gerichtet ist, und daß man bei der Lage des Quadranten, welche die Figur zeigt, eine Beobachtung angestellt habe: so giebt, wenn BC in der erweiterten Ebene des Quadranten liegt, der Bogen CD an, um wie viel der beobachtete Stern von Süden entfernt ist, und der Bogen EF die Höhe des Sternes über dem Horizonte, wenn nämlich AE die Lage des Fernrohres ist, bei welcher der Stern im Fernrohre erschien.

am 10. Sept.

Ich wollte hier schließen; aber ich muß doch noch etwas von dem Gebrauche solcher Beobachtungen, wie man sie mit dem Quadranten anstellt, beifügen. Wir wollen bei dem genau aufgestellten Mauerquadranten stehen bleiben, und sehen, wie dieser allein zureicht, für irgend einen Ort die scheinbare Lage des Poles, des Aequators am Himmel und jedes Sternes so zu

bestimmen, daß man ihn nun auf die künstliche Himmelskugel oder in Sterncharten richtig aufzeichnen kann.

Da der Pol des Himmels durch gar kein Merkzeichen ganz genau kenntlich gemacht ist, so würde es schwer halten, durch bloßes Betrachten der dort stehenden Sterne seine genaue Stelle auszufinden. Wir wissen aber, daß die nördlichen, nie untergehenden Sterne ganze Kreise um den Pol beschreiben, und daß sie grade in Norden ihren höchsten und tiefsten Stand erreichen, wozwischen der Mittelpunct, das ist der Pol, in der Mitte liegt. Lassen Sie uns jetzt annehmen, der Mauerquadrant sei genau im Meridiane oder in der Richtung von Norden nach Süden so aufgestellt, daß AC nach Norden gekehrt ist, dann kann man das Fernrohr auf einen derjenigen Sterne richten, die nie untergehen, wenn dieser grade in Norden seinen höchsten Stand erreicht, und 12 Stunden später wieder Achtung geben, wenn er am niedrigsten steht, und indem man abermals das Fernrohr darauf richtet, seine kleinste, wie vorhin seine größte Höhe bestimmen. Ich will annehmen, der Bogen DB oder die Höhe des Sternes

über dem Horizonte habe sich das eine Mal genau 70, das andre Mal genau 30 Grade gefunden, so ist die Höhe des Poles über dem Horizonte für den Ort der Beobachtung genau 50 Grade. Stellt man dieselbe Beobachtung an mehrern nicht untergehenden Sternen an, so findet man bei genauer Richtigkeit der Beobachtungen, die Höhe des Poles an demselben Orte immer gleich, und kann sich so versichern, daß man den Pol richtig bestimmt habe, kann auch, indem man das Fernrohr auf die Höhe, welche man für den Pol gefunden hat, stellt, sich die in der Nähe des Poles stehenden Sterne bekannt machen. Der Polarstern, welcher der bedeutendste unter diesen ist, steht etwas mehr als 2 Grade vom Pole entfernt, und ändert also, obgleich man mit bloßen Augen ihn für ruhend zu halten geneigt ist, seine Höhe um mehr als 4 Grade.

Bei den meisten Beobachtungen pflegt man den Quadranten so zu gebrauchen, daß das Fernrohr oder die Seite A C nach Süden gekehrt ist, wie Fig. 14, und hier ist es nun zuerst leicht, die Sterne kennen zu lernen, welche genau im Aequator des Himmels stehen. Kennt man nämlich die genaue Richtung nach dem

Pole, so kann man nun auch das Fernrohr, welches hier immer grade nach Norden oder Süden gerichtet ist, aber in verschiedene Höhen kann gerichtet werden, so stellen, daß seine Richtung grade 90 Grad vom Pole abweicht, und dann sieht man durch die Mitte des Fernrohres, wenn es unverrückt bleibt, die im Aequator stehenden Sterne gehen. Um genau die Mitte des Fernrohres bemerken zu können, sind im Fernrohre Fäden gezogen, die ein Kreuz bilden, in welchem der Durchschnittspunct mit der Mitte des Fernrohres einerlei ist, und das Merkzeichen, welches die Zahl der Grade auf dem Bogen BD angiebt) ist so eingerichtet, daß diese Zahl von Graden genau die Richtung der Mitte des Fernrohres anzeigt.

Aber man will nun nicht bloß (wenn wir auch zuerst nur vom Aequator reden wollen) wissen, daß ein Stern im Aequator steht, sondern man will auch seine Stelle in Vergleichung mit andern im Aequator stehenden Sternen bestimmen. Hierzu bedarf man einer immer genau gleich schnell gehenden Uhr. Läßt man nämlich das Fernrohr immer nach dem Aequator des Himmels gerichtet, so kommen nach und nach

alle im Aequator stehenden Sterne vor der Mitte des Fernrohres vorbei, und die Zeit, welche zwischen dem Erscheinen des einen und des andern im Fernrohre verstreicht, giebt ein Maaß für ihre verhältnißmäßigen Abstände långst des Aequators.

Man hat nämlich gefunden, daß die Sterne während ihres täglichen Umlaufes um den Himmel genau gleichförmig fortrücken, das heißt, wenn eine Uhr so eingerichtet ist, daß nach derselben genau 24 Stunden verfließen von der Zeit, da heute ein gewisser Stern in Süden steht, bis er morgen eben dahin kömmt, so geht in einer Stunde genau $\frac{1}{24}$ vom Umfange des Himmels durch den Meridian, in zwei Stunden ein Zwölftel u. s. w. Diese sehr wichtige Erfahrung, von der man sich auf mancherlei Weise recht gewiß gemacht hat, zeigt uns nun, wie die Zeitbestimmung bei der Erscheinung eines Sternes im Meridiane oder genau in Süden uns seine Stellung gegen andre Sterne kennen lehrt. Ich will noch annehmen, daß das Fernrohr genau nach dem Aequator gerichtet ist, und daß, nachdem man einen Stern beobachtet hat, 10 Minuten verfließen, bis man einen

zweiten, und 30 Minuten, bis man einen dritten Stern in der Mitte des Fernrohres sieht, so weiß man, weil die Zwischenzeit für den ersten und dritten dreimal so groß als für den ersten und zweiten ist, daß jene um einen dreimal so großen Bogen von einander entfernt stehen als diese; und so kann man also, wenn auf der künstlichen Himmelskugel der Aequator gezogen ist, nach und nach die Sterne in ihren verhältnißmäßigen Entfernungen darauf zeichnen. Will man eben dieses für andre Sterne thun, die z. B. nur 70 Grade vom Pole abstehen, so giebt man dem Fernrohre die 70 Grade vom Pole entfernte Stellung, bemerkt sich die Zeit, da ein schon bekannter Stern des Aequators im Meridiane stand, und zeichnet sich wieder die Zeiten auf, da Sterne jenes, nur 70 Grade vom Pole entfernten, Parallelkreises sich im Fernrohre zeigen. Nach der Uhr weiß man jetzt, welcher Punct des Aequators im Meridiane ist, wenn man jeden dieser Sterne darin bemerkt, und es ist also nun wieder leicht, diesen Sternen ihre rechte Stelle auf der Himmelskugel anzuweisen. Dieses sind einige der ersten Beobachtungen, wozu man jene Instru-

mente gebraucht. Sie werden bald sehen, wie diese Art von Beobachtungen dazu dient, uns von der Bewegung der Sonne genaue Kenntniß zu verschaffen.

Eilfter Brief.

am 13. Sept.

Lassen Sie uns endlich einmal wieder unsre Aufmerksamkeit auf den Himmel richten. Zwar könnte ich Ihnen noch vieles mittheilen, wozu schon die Beobachtungen führen, die Sie bis jetzt kennen; aber ich vermuthe, daß es Ihnen angenehm sein wird, endlich einmal etwas von der Sonne und vom Monde zu hören, deren ich bis jetzt noch gar nicht erwähnt habe.

Wenn man nach dem ersten Anscheine und wegen der unveränderlichen Lage der meisten Sterne gegen einander geneigt wäre, die ganze Himmelskugel für eine wirkliche, feste Kugelfläche mit hellen Puncten besetzt zu halten: so würde die Beobachtung des Mondes am ersten dazu dienen, einige Zweifel gegen diese Meinung zu

erregen. Ich habe Ihnen nämlich zwar Anfangs gesagt, daß bei der täglichen Umdrehung der Himmelskugel alle Sterne ihre gegenseitige Lage von Tage zu Tage und von Jahre zu Jahre unverrückt behalten; aber diese Regel ist doch nicht so allgemein, daß sie nicht einige, obgleich in der That sehr wenige, Ausnahmen litte. Unter den unzähligen Sternen findet diese Ausnahme nur bei dem Monde, der Sonne und, so viel man jetzt weiß, zehn Sternen Statt, wovon auch nur fünf mit bloßen Augen gut kenntlich sind; denn die selten erscheinenden Cometen kann ich hier wohl noch unerwähnt lassen. Am Monde ist diese Bewegung am leichtesten zu bemerken.

Geben Sie beim nächsten Mondscheine einmal Achtung, in welcher Stellung gegen einen Ihnen bekannten Stern Sie den Mond an einem Abende erblicken, und bemerken sich nach dem Augenmaaße seine Stelle. Suchen Sie ihn nun den nächsten Abend wieder auf, so finden Sie ihn näher zu den Sternen hin gerückt, die gestern östlich von ihm standen, und entfernter von denen, die Sie gestern an seiner Westseite sahen. Dieses Fortrücken nach Osten setzt der

Mond unaufhörlich fort, und wenn man es grade trifft, daß er sehr nahe bei einem hellen Sterne steht, so läßt sich schon in wenigen Stunden bemerken, daß er gegen Osten hin diesem Sterne vorbeirückt und ihn endlich weit hinter sich läßt. Da dieses Fortrücken nach Osten oder zu immer östlichern Sternen beständig fortgeht, so muß offenbar der Mond endlich rund um die Himmelskugel herum, und also wieder zu denjenigen Sternen kommen, wo Sie ihn zuerst bemerkten, und dieses finden Sie auch bestätigt, indem Sie nach 4 Wochen ihn so ziemlich bei eben den Sternen wieder sehen, wo er 4 Wochen früher gestanden hatte.

Der Mond hat also, wenigstens in Vergleichung gegen die übrigen Sterne, eine eigene Bewegung, vermöge welcher er in etwa 4 Wochen einmal um die Erde herumläuft. Wollten wir daher auch noch die übrigen Sterne als befestigt an jener ungeheuern Himmelskugel betrachten, so würden wir doch den Mond als einen eigenen, von ihr abgesonderten Körper betrachten müssen, und dieser neue Aufschluß über die Natur eines einzigen Gestirnes begründet wenigstens die Vermuthung, daß wohl alle Sterne Körper sind,

die von einander abgesondert im Weltraume schweben, und daß die vom ersten Anscheine hergenommene Vorstellung von einer uns umgebenden hohlen Kugel, nicht mit der Wirklichkeit übereinstimme. Freilich läßt sich dann die Frage, warum sie denn alle mit so großer Uebereinstimmung täglich einen Umlauf um uns zu vollenden scheinen, weniger leicht beantworten, als wenn wir annähmen, alle Sterne hingen durch eine feste Verbindung unter einander zusammen; aber wir werden bald sehen, daß dieser Zweifel sich leicht heben läßt, wenn wir annehmen, daß es die Erde ist, welche sich dreht und nicht die Himmelskugel. — Doch für jetzt kehre ich zum Monde zurück.

Wenn man den Mond längere Zeit, nämlich während mehrerer Umläufe um die Erde oder durch den Umkreis des Himmels beobachtet, so findet man, daß er nicht bald hier, bald da, in allen möglichen Gegenden des Himmels steht, sondern daß er bei jedem Umlaufe ziemlich genau einerlei Weg nimmt, oder das eine Mal in der Nähe eben der Sterne vorbei geht, wie das andre Mal. Ueber diesen Weg des Mondes müssen wir suchen, etwas Näheres zu bestimmen.

Wenn Sie um die jetzige Jahreszeit den Mond kurz nach dem Neumonde oder um die Zeit des ersten Viertels beobachten, so sehen Sie ihn einen nur niedrigen Bogen am südlichen Himmel durchlaufen und in Südwesten untergehen; setzen Sie aber die Beobachtung fort, so bemerken Sie bald nach dem ersten Viertel, daß der Mond täglich höher steigt, und einen größern Bogen durchläuft, und wenn Sie ihn zur Zeit des Vollmondes betrachten, und sich den Aequator des Himmels ohngefähr gemerkt haben, so sehen Sie, daß er dann dem Aequator ganz nahe steht. Dieses tägliche Höhersteigen dauert in unsrer jetzigen Jahreszeit auch nach dem Vollmonde und etwa bis zum letzten Viertel fort, dann ist sein täglicher Bogen am Himmel etwa so hoch und weit, wie der, welchen das Siebengestirn durchläuft; in den folgenden Tagen aber nimmt seine Höhe ab, und er sinkt nun von Tage zu Tage grade so, wie wir ihn anfangs steigen sahen. Der Mond steht also während der vierwöchentlichen Periode seines Umlaufes dem Pole des Himmels nicht immer gleich nahe, sondern während der halben Zeit seines Umlaufes nähert er sich dem

Pole, während der andern Hälfte entfernt er sich von demselben, und deswegen sehen wir ihn so ungleiche Bogen, bald hoch, bald niedrig am Himmel durchlaufen. Dieses führt uns zu dem Schlusse, daß der Mond, obgleich er jeden Abend uns eben die Erscheinungen des Auf- und Unterganges darbietet, wie alle andre Sterne, doch, während dieser täglichen Erscheinungen, zugleich in einem schiefen Kreise, welcher halb nördlich und halb südlich vom Aequator liegt, von Westen nach Osten um den Himmel herumgehe, und diesen schiefen Kreis, den wir uns allenfalls an die Himmelskugel gezeichnet denken könnten, jede 4 Wochen fast ganz — doch nicht völlig — auf einerlei Weise durchläuft. Auf der künstlichen Himmelskugel finden Sie einen Kreis mit dem Namen der Ecliptik bezeichnet, der halb nördlich und halb südlich vom Aequator liegt; dieser ist zwar nicht genau übereinstimmend mit dem Wege des Mondes, aber der Mond hält sich doch sehr nahe an diesen Kreis, von dem er sich immer zu einer Zeit etwas südlich, zur andern etwas nördlich entfernt; vorläufig also, ehe die kleinen Verschiedenheiten in den nach

einan-

einander folgenden Umläufen des Mondes uns wichtig werden, können Sie immerhin diesen Kreis, als ohngefähr den Weg des Mondes vorstellend, ansehen.

Ich habe mich bei diesem ersten Anfange einer nähern Kenntniß der Bewegung eines Himmelskörpers etwas länger aufgehalten, um Ihnen die Vorstellung dieser doppelten Bewegung, da der Mond, wenn ich bildlich so reden darf, mit der täglichen Bewegung der Himmelskugel zwar fortgerissen wird, aber immer ein wenig hinter den übrigen Sternen zurückbleibt, und bei diesem Zurückbleiben sich auch nach Norden oder Süden verrückt, — möglichst klar vor Augen zu stellen. Von den Abwechselungen seines Lichts, von seinen Verfinsterungen, und bald auch von seiner wahren Entfernung von uns, werde ich Ihnen mehr sagen, wenn wir erst etwas von den Erscheinungen wissen, welche die Sonne uns darbietet.

Zwölfter Brief.

am 24. Sept.

Als ich Ihnen neulich die wechselnden, bald höhern, bald niedrigern Stände des Mondes beschrieb, ist es Ihnen vielleicht schon aufgefallen, daß ja auch die Sonne auf ganz ähnliche Weise uns im Winter niedrig, im Frühling und Herbste in mittlerer Höhe, und im Sommer sehr hoch erscheint, und Sie haben also vielleicht schon die Frage aufgeworfen, welche andre Aenderungen in der scheinbaren Lage der Sonne wohl mit dieser Erscheinung verbunden sein mögen?

Ehe ich Ihnen die künstlichern Methoden, um diese Verschiedenheiten in der Stellung der Sonne mit Hülfe von Instrumenten genau zu bestimmen, erkläre, will ich Ihnen die einfachste Beobachtung erzählen, aus welcher eine Verrückung der Sonne in Vergleichung gegen die Sterne, oder, wie wir dieses nun allemal nennen, eine eigene scheinbare Bewegung der Sonne erhellt.

Wenn man kurz nach Sonnenuntergang den westlichen Himmel betrachtet, und irgend einen kenntlichen Stern sich bemerkt, der kurz nach

der Sonne, so ziemlich an eben der Stelle wie sie, untergehen will: so bemerkt man, wenn man diese Beobachtung öfter wiederholt, daß nach einigen Tagen der Stern der Sonne schon schneller folgt, und immer näher zur Sonne kömmt, so daß er endlich schon untergegangen ist, ehe noch die Dämmerung uns erlaubt, ihn gewahr zu werden. Diese einfache Beobachtung zeigt, daß auch die Sonne, eben so wie der Mond, aber langsamer unter den Sternen fortrückt, und sich den ostwärts von ihr stehenden, oder später als sie untergehenden Sternen nähert. Wir können diese Erscheinung, wenn wir unsre Aufmerksamkeit mehrere Monate lang auf den Himmel richten, noch vollständiger auf folgende Weise beobachten.

Sie erinnern sich, daß Sie im Juli kurz nach Sonnenuntergang den Adler beinahe in Süden fanden, suchen Sie ihn jetzt kurz nach Sonnenuntergang, so finden Sie ihn etwas weiter westwärts; aber eine kleine Ueberlegung wird Ihnen zeigen, daß seit den 2 Monaten die Sonne ihm bedeutend näher gerückt ist. Damals nämlich ging die Sonne in Nordwesten unter, jetzt hingegen in Westen, also viel süd-

licher, und wenn Sie mit dem Auge ohngefähr die Entfernung des Punctes, wo damals die Sonne unterging, von dem damaligen Standpuncte des Adlers, und die Entfernung des Punctes, wo jetzt die Sonne untergeht, von seinem jetzigen Standpuncte abmessen, so finden Sie deutlich, daß die Sonne sich diesem Sterne sehr genähert hat. Suchen Sie nach einigen Monaten, etwa am Ende des Jahres, den Adler kurz nach Sonnenuntergang wieder auf, so finden Sie ihn weit nach Westen hin, und sehen dann immer mehr, wie die Sonne ihm täglich näher kömmt, und ihn unter ihren Strahlen verbirgt. Grade so wie mit dem Adler geht es mit allen übrigen Sternen, die Abends am südlichen Himmel stehen: sie alle kommen von Monat zu Monat der Sonne näher, werden endlich in der Abenddämmerung unsichtbar, und zeigen sich in der Folge wieder des Morgens vor Sonnenaufgang, nachdem die Sonne bei ihnen vorbei gerückt ist. So erhellt also aus allen Umständen, daß die Sonne einen ähnlichen Weg, wie der Mond, unter den Sternen zurücklegt, und die vollständigere Beobachtung zeigt, daß sie 365 Tage oder ein Jahr gebraucht, um ganz

um den Himmel herum zu kommen, oder um eben die Lage unter den Sternen wieder zu erhalten, die sie vor einem Jahre hatte. Daß die Sonne während dieses Umlaufes um den Himmel zugleich auch abwechselnd eine nördlichere und südlichere Stellung erreicht, ist Ihnen aus den ungleichen Höhen, unter welchen sie sich uns im Sommer und Winter zeigt, schon bekannt.

Diese oberflächlichen Beobachtungen würden uns indeß über den genauen Weg, welchen die Sonne zwischen den Sternen durchläuft, wenig belehren, zumal da man nicht einmal wie beim Monde die ihr nahe stehenden Sterne bemerken kann; es war daher nothwendig, mit Hülfe von Instrumenten diese Beobachtungen zu vervollkommnen. Da Sie den Mauerquadranten und seinen Gebrauch schon kennen, so werden Sie leicht einsehen, wie man durch diesen, mit Hülfe einer genauen Uhr, jeden Mittag die genaue Stelle am Himmel oder auch auf der künstlichen Himmelskugel bestimmen kann, wo sich die Sonne befindet. Hat man nämlich die Zeit sich gemerkt, da irgend ein bekannter Stern im Meridiane erschien, und beobachtet jetzt den

Mittelpunct der Sonne im Meridiane, so weiß man nun auch aus der Länge der seitdem verflossenen Zeit, welcher Punct des Aequators mit der Sonne zugleich im Meridiane steht, und überdas giebt die Beobachtung der Höhe an, wie weit die Sonne vom Aequator entfernt ist, und ob sie sich nordwärts oder südwärts von demselben befindet. Man braucht also nur auf der künstlichen Himmelskugel von jenem, mit der Sonne zugleich im Meridiane erscheinenden, Puncte des Aequators einen Kreisbogen nach dem Pole zu ziehen, und auf diesem den richtigen Abstand der Sonne vom Aequator zu zeichnen, so hat man den genauen Stand der Sonne für diesen Tag, und kann, obgleich man in ihrer Nähe keine Sterne sieht, dennoch mit Gewißheit sagen, die Sonne steht heute in diesem Sternbilde und genau zwischen diesen bestimmten Sternen. Setzt man täglich diese Beobachtungen fort, so bestimmt man nach und nach den ganzen Weg, welchen die Sonne unter den Sternen nimmt, und findet nun, daß es ein schiefer Kreis ist, welcher halb nördlich und halb südlich vom Aequator liegt, und dessen größter Abstand nördlich sowohl als südlich vom Aequator

$23\frac{1}{2}$ Grade beträgt. Diese scheinbare Bahn der Sonne heißt nun die Ecliptik; sie eigentlich ist der auf der künstlichen Himmelskugel gezeichnete Kreis, dem die Sonne alle Jahre ganz genau (mit höchst unbedeutenden Abweichungen) folgt. Der Mond ist zwar immer in der Nähe der Ecliptik, entfernt sich aber doch nach gewissen Regeln bald nördlich, bald südlich von ihr, und seine Bahn am Himmel ist nicht so genau jedesmal gleich, wie die der Sonne.

Die genauen Beobachtungen, deren ich eben erwähnt habe, zeigen, daß die Sonne täglich etwa einen Grad, das ist doppelt so viel als der Durchmesser des vollen Mondes, am Himmel fortrückt, und beinahe alle Tage gleich viel; ihren ganzen Umlauf um den Himmel vollendet sie in 365 Tagen und einigen Stunden, und diese für alle Erdenbewohner so merkwürdige Periode heißt bekanntlich ein Jahr. Obgleich aber die Sonne sich in Vergleichung gegen die Sterne fast täglich gleich viel verrückt, so nimmt doch deswegen ihre Mittagshöhe und die Länge der Tage nicht gleichförmig zu oder ab, sondern in gewissen Jahreszeiten sind diese Aenderungen weit merklicher als in andern. Sie werden sich

dieses auch leicht erklären können, wenn Sie die Lage der Ecliptik auf der künstlichen Himmelskugel, oder auch nur die beiliegende Figur betrachten. (Fig. 15.) Hier soll, so gut sich das in einer Zeichnung auf einem ebenen Papiere thun läßt, A B den Aequator, A C B die Ecliptik vorstellen. Im Frühlinge, gegen Ende des März, fängt die Sonne in A an, sich nordwärts vom Aequator zu entfernen, und entfernt sich nun ziemlich schnell von demselben: so wie sie näher nach C kommt, wird ihre Richtung mehr dem Aequator gleichlaufend, und die Entfernung von demselben nimmt immer langsamer zu, bis endlich nach der Mitte des Juni, da die Sonne in C ist, die Zunahme der Entfernung ganz aufhört, und nun allmählich in ein langsames, aber nach und nach schneller werdendes Abnehmen übergeht. Offenbar also nimmt die Mittagshöhe der Sonne im Frühlinge in den etwa 15 Tagen, da sie von A nach D kommt, weit mehr zu, als in den 15 Tagen, da sie im Juni von E nach C geht; und da mit der wachsenden Mittagshöhe auch die Länge der Tage zunimmt, so muß das Längerwerden der Tage im Frühlinge bedeutender sein, als späterhin; im Juni muß die

Länge der Tage sich wenig und endlich gar nicht mehr ändern, und dann ein Abnehmen der Tageslänge anfangen, welches zuerst immer stärker wird, aber nachdem die Sonne bei B südlich über den Aequator hinausgerückt ist, sich vermindert, und endlich um Weihnachten wieder in ein Zunehmen der Tageslänge übergeht.

Ich sehe, daß mein heutiger Brief zu lang würde, wenn ich Ihnen noch die aus dem ungleichen Stande der Sonne entstehenden Verschiedenheiten der Tageslänge für andre Gegenden der Erde erklären wollte; dieses mag also, so wie noch einige Unterhaltungen an der künstlichen Himmelskugel, meinem nächsten Briefe vorbehalten sein.

Dreizehnter Brief.

am 27. Sept.

Ganz darf ich doch wohl nicht unterlassen, Sie mit einigen Kunstwörtern bekannt zu machen, welche bei den Gegenständen, womit ich Sie jetzt unterhalte, fast gar nicht ganz zu vermeiden sind, und mir leicht ein Mal unbemerkt und unerklärt entschlüpfen möchten. — Was man damit meint, wenn man sagt, die Sonne steht im Widder, im Stier u. s. w. das werden Sie schon errathen haben; die Sonne würde uns nämlich dann wirklich zwischen den Sternen des Widders, des Stiers u. s. w. erscheinen, wenn man die Sterne, welche ihr nahe stehen, bemerken könnte. Die zwölf Sternbilder, durch welche der Weg der Sonne, so wie der Weg des Mondes und der meisten Planeten geht, heißen zusammen der Thierkreis.

Ich habe Sie schon auf die Durchschnitte der Ecliptik mit dem Aequator aufmerksam gemacht, und erwähnt, daß die Sonne den einen derselben kurz vor dem Ende des März erreicht; von diesem Puncte an pflegt man

zu rechnen, wenn man die Stelle der Sonne in der Ecliptik bestimmen will, und nennt dann die Anzahl von Graden, um welche die Sonne, långst der Ecliptik hingemessen, von diesem Puncte entfernt ist, die **Långe** der Sonne. Dieselbe Benennung wendet man auch auf den Mond und die Sterne an; weil aber diese nicht in der Ecliptik selbst stehen, so zieht man, wenn (Fig. 15) ACB die Ecliptik bedeutet, und M der Mond ist, den Bogen MN senkrecht gegen die Ecliptik, und nennt die Entfernung ACN långst der Ecliptik die Långe des Mondes, und den Abstand MN die **Breite** des Mondes. Diese Ausdrůcke sind freilich unbequem, da man in der Geographie unter Långe und Breite etwas ganz andres versteht, aber sie sind so allgemein angenommen, daß man sie muß gelten lassen, wenn man sie auch nicht ganz billigt. Sie übersehen leicht, daß man die Lage eines Sternes auf der Himmelskugel ganz genau kennt, wenn man seine Långe und Breite weiß. Die Sonne hat keine Breite, weil sie in der Ecliptik selbst steht.

Der Durchschnittspunct A des Aequators und der Ecliptik, heißt der **Punct der**

Frühlings-Nachtgleiche, weil, wenn die Sonne sich dort, also im Aequator befindet, sie eben so lange über als unter dem Horizonte ist, und folglich Tag und Nacht gleich lang sind. Der zweite Durchschnittspunct B dieser beiden Kreise ist der Punct der Herbst-Nachtgleiche, wo sich die Sonne befindet, wenn bei abnehmenden Tagen wieder Tag und Nacht gleich lang werden. Hat die Sonne in den längsten und kürzesten Tagen ihre größten Abweichungen vom Aequator erreicht, so ist eine geraume Zeit durch ihre tägliche Erscheinung beinahe unveränderlich, ihre Mittagshöhe und die Puncte ihres Auf- und Unterganges bleiben dieselben; man nennt daher die Puncte, wo sie sich dann in der Ecliptik befindet, ihre Stillstandspuncte (die Solstitialpuncte) auch wohl, weil ihr Steigen sich dort in ein Sinken, und ihr Sinken in ein Steigen verändert, ihre Wendungspuncte. Wenn auf der künstlichen Himmelskugel (Fig. 2) EF die Ecliptik bedeutet, und E und F diese Stillstandspuncte sind, so nennt man auch die durch diese Puncte gehenden Parallelkreise Ee, Ff die Wendekreise, und sagt von denjenigen Orten auf der Erde, welchen diese Wende-

kreise im Zenith liegen: sie liegen unter den Wendekreisen.

Dieses mag endlich von trocknen Worterklärungen genug sein; lassen Sie uns jetzt sehen, wie die Sonne sich in verschiedenen Jahreszeiten in allen Gegenden der Erde zeigt. Im Frühlinge, am 21. März, steht die Sonne grade im Aequator des Himmels, sie erscheint also den unter dem Aequator Wohnenden im Zenith, auf dem Pole der Erde aber würde man sie im Horizonte sehen. Sie entfernt sich dann nördlich vom Aequator, und steigt daher für die Bewohner der nördlichen Halbkugel der Erde täglich höher; auch auf dem Nordpole würde man sie jetzt oberhalb des Horizontes sehen, und nicht bloß dort, sondern auch in den benachbarten Gegenden geht sie, eben so wie bei uns die nördlichen Sterne, nie unter; am Südpole hingegen, und in den ihm nahe liegenden Gegenden, geht sie nun gar nicht auf, weil alle etwas nördlich vom Aequator stehenden Sterne dort nicht aufgehen. Je weiter die Sonne nördlich rückt, desto größer wird der Raum um den Südpol, wo die Nacht unaufhörlich dauert, und desto mehr erweitert sich der Kreis derjenigen

Länder um den Nordpol, welche die Sonne beständig sehen; zugleich werden die Tage für die nördliche Halbkugel immer länger, und für die südliche immer kürzer, bis am 21. Juni die Sonne ihre größte nördliche Abweichung vom Aequator erreicht hat. Dann steht sie den Ländern, welche unter dem nördlichen Wendekreise liegen, im Zenith, und der Raum um den Nordpol, wo sie nicht untergeht, so wie der Raum um den Südpol, wo sie nicht aufgeht, ist jetzt größer, als zu jeder andern Zeit. Man nennt den Kreis, welcher diesen Raum um jeden der beiden Pole begrenzt, den Polarkreis, und die in diesem Kreise liegenden Gegenden sehen zuweilen die Sonne in mehrern Tagen gar nicht, in der entgegengesetzten Jahreszeit aber Tagelang unaufhörlich; für alle Länder hingegen, welche außerhalb der Polarkreise liegen, geht die Sonne täglich auf und unter, obgleich die Länge der Tage sehr verschieden sein kann. Indem die Sonne sich dem Aequator nähert, nimmt die Tageslänge auf der nördlichen Halbkugel ab, auf der südlichen zu; die Gegend um den Nordpol der Erde, wo die Sonne nicht untergeht, wird

immer kleiner und verschwindet ganz, wenn die Sonne den Aequator erreicht, dagegen wird auch die mit langer Nacht bedeckte Gegend um den Südpol allmählig kleiner, und die Sonne geht auf dem Südpole selbst auf, wenn die Sonne im Aequator ist. Sie können sich nun leicht denken, was erfolgt, wenn die Sonne sich südwärts vom Aequator entfernt; hat sie ihre allersüdlichste Stellung erreicht, so steht sie denjenigen Ländern im Zenith, die unter dem südlichen Wendekreise liegen; jetzt geht sie für alle die Gegenden, welche innerhalb des südlichen Polarkreises liegen, nicht unter, und für keinen Ort, der innerhalb des nördlichen Polarkreises liegt, auf, nämlich nicht eher wieder dort unter und hier auf, bis die Sonne sich wieder dem Aequator mehr nähert.

Dieses alles läßt sich nun mit noch mehrerer Genauigkeit an der künstlichen Himmels- und Erdkugel sehen. Auf der Erdkugel finden Sie die Polarkreise und die Wendekreise gezeichnet, und können also gleich die Länder übersehen, denen die Sonne zuweilen im Zenith steht, und welche den heißen Erdstrich ausmachen; diese liegen nämlich zwischen den

Wendekreisen; Sie sehen ferner die Grenzen der beiden gemäßigten Erdstriche, wo man zwar nie die Sonne im Zenith sieht, wo aber doch die Sonne täglich auf- und untergeht, sie erstrecken sich nördlich und südlich von der heißen Zone bis an die Polarkreise; endlich bezeichnen Ihnen die Polarkreise den Raum um den Pol, wo zuweilen die Nacht, zuweilen der Tag länger als 24 Stunden dauert, diese beiden Gegenden heißen die kalten Erdstriche.

Nehmen Sie jetzt die Himmelskugel, und stellen Sie dieselbe wieder so, daß diejenigen Sterne durch den höchsten Punct gehen, welche wir im Zenith sehen, oder daß der Pol etwa 50 Grade hoch steht. Hier könnten Sie nun, wenn Sie sich irgend einen Punct der Ecliptik bezeichneten, sehen, welchen Bogen die Sonne bei diesem oder jenem Stande täglich am Himmel beschreibt; aber Sie können noch mehr sehen. Ich habe Sie bisher noch nicht aufmerksam auf die kleine Scheibe gemacht, welche Sie oben bei P an der Himmelskugel finden. (Fig. 2.) Diese in 24 Stunden abgetheilte Scheibe ist an dem feststehenden Ringe ACP befe-

befestigt, der Zeiger aber ist mit der Axe so verbunden, daß er sich dreht, indem man die Kugel dreht. Stellen Sie nun, indem der Pol seine Lage behält, irgend einen Punct der Ecliptik, z. B. den Punct der Sommer-Sonnenwende (wo der nördliche Wendekreis die Ecliptik berührt) unter den Ring HAZ, und stellen zugleich den Zeiger auf jener Scheibe auf 12 Uhr. Jetzt drehen Sie die Kugel um, bis jener höchste Punct der Ecliptik auf- oder untergeht, und sehen Sie, auf welcher Stunde dann der Zeiger steht: so zeigt Ihnen dieses, zu welcher Stunde dann die Sonne bei uns auf- oder untergeht. Auf dieselbe Weise könnten Sie die Stunde des Sonnen-Aufganges und Unterganges für jede andre Stellung der Sonne hier sehen, und also leicht dieses für jede Zeit des Jahres bestimmen. Ebenso können Sie die Phänomene für andre Orte sich an der Himmelskugel darstellen. Stellen Sie z. B. die Kugel mit dem Ringe so, daß der Pol etwa 65 Grade hoch steht, so haben Sie die Erscheinungen so, wie man sie in Archangel sieht. Wenn Sie nun wieder, indem der Punct der Sommer-Sonnenwende unter dem Meridiane ist, den Zeiger auf 12 stellen,

Bayerische Staatsbibliothek München

und die Kugel drehen, bis dieser Punct auf- oder untergeht, so finden Sie, daß in Archangel in den längsten Tagen die Sonne nur äußerst kurze Zeit unter dem Horizonte bleibt; hätten Sie hingegen statt des nördlichsten Punctes der Ecliptik den südlichsten genommen, so hätten Sie gesehen, daß im Winter die Tage in Archangel äußerst kurz sind, und die Sonne kaum recht über dem Horizonte hervor kömmt. So kann man für jeden andern Ort, sobald man weiß, wie hoch dort der Pol erscheint, leicht erfahren, wie die Sonne sich zu jeder Jahreszeit zeigt. Ist die Sonne im Aequator, so ist es auf der ganzen Erde 12 Stunden Tag und 12 Stunden Nacht, wie Sie sich leicht überzeugen können, wenn Sie jene Untersuchung über die Tageslänge für mehrere verschiedene Orte anstellen.

Vierzehnter Brief.

am 28. Sept.

Sie werden sich wohl wundern, meine werthe Freundinn, daß ich mit so gewaltigem Eifer in meinen astronomischen Betrachtungen fortfahre; — so häufig, und so lange Briefe haben Sie gewiß nicht erwartet, und ich gestehe Ihnen, daß ich nicht wenig in Sorgen bin, ob ich Sie auch ermüde, zumal da ich kürzlich keine Nachrichten von Ihnen erhalten habe. Aber es geht mir, wie dem Wandrer, der noch fern vom Ziele seiner Tagereise, durch die Furcht, daß er es nicht erreichen möge, angespornt, seine Schritte beschleunigt, um jetzt noch die Kräfte, welche er in sich fühlt, zu nutzen; die Haide breitet sich noch unendlich um ihn aus, auf jedem Hügel, den er ersteigt, hofft er das Ziel seines Weges wenigstens in der Ferne zu erblicken, aber immer hebt der breite Bergrücken sich höher, und begrenzt seine Aussicht. — Wird er nicht endlich ermattet und hoffnungslos hinsinken? — oder wird er muthig jede Höhe erklimmen, unverdrossen den beschwerlichen Weg fortschreiten, und sich der

sichern Hoffnung trösten, daß es doch der rechte Weg ist, der ihn endlich dahin bringen muß, wohin seine voraus eilenden Wünsche ihn wohl früher tragen möchten, als seine schwachen Füße? — Und wie wird es denn uns gehen, meine liebe Freundinn? — auch unser Ziel ist noch entfernt, und Ihr Führer versteht es nicht genug, den öden Weg mit Blumen zu bestreuen, und mit freundlich helfender Hand Ihnen den mühsamen Weg zu erleichtern. — Und eben deswegen treibt mich ein innerer Drang zu eilen, um wenigstens bald zu etwas Angenehmern zu kommen, und Ihnen zu zeigen, wohin denn dies alles führt. — — Die Gegenstände, womit ich Sie heute zu unterhalten denke, gehören, hoffe ich, nicht zu den unangenehmsten.

Ich habe Ihnen in den letzten Briefen den Weg gezeigt, welchen Sonne und Mond bei ihrem Fortrücken unter den Sternen nehmen; jetzt wollen wir sehen, wie der Mond sich zeigt, wenn er der Sonne nahe, oder wenn er weit von ihr entfernt am Himmel steht, und diese Betrachtung wird uns lehren, daß der Mond uns bedeutend näher ist, als die

Sonne, daß er kleiner als sie, und daß er ein dunkler, bloß von dem Lichte der Sonne erhellter Körper ist. Sie kennen die Erscheinungen des Neumondes, Vollmondes und der Viertel, und ich habe also nicht nöthig, diese Ausdrücke zu erklären; diese Erscheinungen sind es, welche aus dem verschiedenen Stande beider Körper gegen einander entspringen.

Da der Mond so sehr viel schneller fortrückt als die Sonne, indem jener zu einem Umlaufe um den ganzen Himmel nur $27\frac{1}{3}$ Tage, diese aber $365\frac{1}{4}$ Tage nöthig hat: so muß offenbar der Mond manchmal nahe an der Sonne vorbei gehen, und zu andrer Zeit weit von ihr und selbst ihr grade gegen über stehen. Lassen Sie uns nämlich annehmen, daß der Mond einmal (so wie es z. B. wenige Tage, nachdem Sie diesen Brief erhalten, der Fall sein wird) nahe bei der Sonne steht: so wird er, weil er weit schneller als die Sonne zu östlichern Sternen fortrückt, am folgenden Tage ostwärts von der Sonne stehen, und sich nun alle Tage mehr ostwärts von ihr entfernen. Nach etwa 14 Tagen ist der Mond um den halben Himmel herum gekommen, und da die Sonne unterdeß

eben nicht viel fortgerückt ist, so steht er ihr fast grade gegenüber; er nähert sich ihr jetzt wieder, indem er ihr gleichsam nacheilt, und würde sie in 27$\frac{1}{3}$ Tagen völlig wieder erreichen, wenn die Sonne nun noch bei eben dem Sterne stände, wie 27 Tage früher. Aber die Sonne ist in dieser Zeit auch ohngefähr 27 Grade fortgerückt, und der Mond hat also etwa 2 Tage länger nöthig, um die Sonne zu erreichen, da sein täglicher Weg ohngefähr 13 Grade beträgt; es vergehen daher von einer Zusammenkunft des Mondes mit der Sonne bis zur andern ziemlich genau 29$\frac{1}{2}$ Tage, und so lang ist auch überhaupt die Zeit, welche zwischen zwei ähnlichen Stellungen des Mondes gegen die Sonne verfließt, — kleine Ungleichheiten bei Seite gesetzt. — Wir wollen jetzt sehen, wie das Ansehen des Mondes sich mit seiner Stellung gegen die Sonne ändert.

Wenn der Mond in der Nähe der Sonne steht, so sehen wir ihn gar nicht, und das nicht bloß, weil er, wie die Sterne, von der Sonne überglänzt wird, sondern er kehrt dann der Erde eine ganz dunkle Seite zu, wie sich aus den folgenden Beobachtungen leicht schließen

läßt. Hat der Mond sich nämlich ein wenig östlich von der Sonne entfernt, daß er also einige Zeit nach Sonnenuntergang noch am Himmel sichtbar bleibt, so sieht man ihn als einen ganz schmalen Kreisbogen oder sichelförmig; je weiter er sich von der Sonne entfernt, desto breiter wird die Sichel, und der Mond erscheint als ein heller Halbkreis, wenn er 90 Grade von der Sonne absteht; — dann sagt man, der Mond sei im ersten Viertel. Beobachten Sie dann den Mond täglich, so sehen Sie seine Breite immer mehr zunehmen, und endlich erscheint er im Vollmonde als ein ganz erleuchteter Kreis, wenn er der Sonne grade gegenüber steht, also bei Untergang der Sonne aufgeht. Nach dem Vollmonde nimmt er eben so wieder ab, wie er vorhin zunahm; zeigt sich zur Zeit des letzten Viertels als ein Halbkreis, wenn er der Sonne bis auf 90 Grade nahe gekommen ist, und dann als eine immer schmalere Sichel, je mehr er sich der Sonne nähert; endlich wird er unsichtbar, und wir haben dann, wenn er einerlei Länge mit der Sonne hat, wieder Neumond.

Daß diese abwechselnden Erscheinungen des

Mondes nicht davon herrühren können, daß der Mond selbst seine Gestalt ändere, brauche ich Ihnen wohl nicht zu beweisen; aber wenn Sie auch Zweifel hierüber hegten, so würde doch ein recht aufmerksamer Blick auf den Mond, wenn er sich kurz nach dem Neumonde, als ein ganz schmaler Streif am Himmel zeigt, Sie bald überzeugen, daß er auch dann rund ist, aber zum Theil dunkel. Betrachten Sie nämlich dann den Mond, nachdem es schon ziemlich dunkel geworden ist, so sehen Sie die ganze runde Scheibe des Mondes, aber den größern Theil nur ganz matt erleuchtet, nur wenig unterschieden von dem dunkeln Himmel, und bloß der gegen die Sonne gekehrte Rand ist glänzend. Nehmen Sie zu dieser Beobachtung noch die, daß es allemal die gegen die Sonne gekehrte Seite des Mondes ist, die uns glänzend erscheint, nämlich vor dem Vollmonde die westliche, nach dem Vollmonde die östliche Seite: so werden Sie den Schluß natürlich, ja fast nothwendig finden, daß der Mond eine dunkle, bloß von der Sonne erhellte Kugel sei, welche nur dann uns als leuchtend erscheint, wenn wir die von der Sonne erhellte Seite sehen.

Dieser Schluß verdient eine nähere Untersuchung.

Lassen Sie uns einmal annehmen, der Mond sei eine solche dunkle Kugel, und bewege sich (Fig. 16) in einem Kreise um die Erde. A soll die Erde, B die Sonne vorstellen, und C den Mond: so wird jetzt, da der Mond in C ist, die nach A gekehrte Seite dunkel, und die erleuchtete Seite ganz von der Erde abgekehrt, der Mond also auf der Erde nicht zu sehen sein, so wie es beim Neumonde der Fall ist. Wir können für einen Augenblick die Sonne als ganz stillstehend betrachten, und bloß auf das Fortrücken des Mondes Achtung geben. So wie dieser nach D geht, fängt die helle Seite an, auf der Erde ein wenig sichtbar zu werden, obgleich noch immer der größere Theil der uns zugekehrten Seite dunkel bleibt; erst in E sehen wir eben so viel von der hellen Seite als von der dunkeln, oder sehen den Mond halb erleuchtet, und sein Licht nimmt zu, bis er in F voll ist; dann fängt er an abzunehmen, ist in G abermals halb erleuchtet, und wieder dunkel, wenn er bei der Sonne ist. Das Fortrücken der Sonne macht hierin keinen weitern Unterschied, als den, daß

der Mond allemal etwas mehr als einen halben Umlauf machen muß, ehe er vom Neumonde an voll, und vom Vollmonde an wieder ganz dunkel wird; denn alles verhält sich grade so, als wenn die Sonne von einem Neumonde bis zum andern von B nach b gerückt wäre, oder von einem Neumonde bis zum nächsten Vollmonde von B nach H, woraus dann folgt, daß der Mond nicht in F, sondern erst in f voll wird. Hierin liegt auch der Grund, warum der Mond, wenn er voll ist, nicht immer bei einerlei Sternen steht, sondern z. B. jetzt im September in den Fischen, im nächsten Monate im Widder, und so bei jedem Vollmonde bis zum nächsten September in einem andern Gestirne. Hierin liegt auch der Grund, warum der Vollmond im Sommer so niedrig am Himmel steht, und im Winter so hoch. Sie erinnern sich nämlich, daß nicht alle Puncte der Ecliptik gleich hoch über unserm Horizonte hervor kommen, sondern diejenigen, wo die Sonne sich im Sommer befindet, am höchsten, die entgegengesetzten am niedrigsten; da nun der Vollmond allemal in dem der Sonne genau entgegenstehenden Puncte der Ecliptik ist, so geht er im

Sommer, in den kürzesten Nächten, sehr niedrig am Horizonte hin, grade so wie die Sonne im Winter; dagegen aber befindet sich der Vollmond im December in den uns am höchsten steigenden Gegenden der Ecliptik, und erhellt deshalb die ganzen langen Winternächte. Von dieser, allemal der Sonne grade entgegengesetzten Stellung des Vollmondes rührt es auch her, daß der Vollmond mehrere Tage lang für diejenigen Gegenden an den Polen nicht untergeht, welche grade dann die Sonne nicht zu sehen bekommen, und daß er ihnen also auf eine Zeit lang den Mangel des Sonnenlichts einigermaßen ersetzt.

Diese Erscheinungen geben uns also zuerst eine bestimmte Kenntniß von der Figur eines andern, von uns entfernten Weltkörpers; denn es ist gewiß, daß kein andrer dunkler Körper, als eine Kugel uns durch Verschiedenheit der Beleuchtung die Erscheinungen zeigen könnte, welche der Mond uns zeigt. Eine platte runde Scheibe z. B., könnte uns wohl (Fig. 16) in C ganz dunkel, und in F ganz erleuchtet erscheinen; aber wäre der Mond eine solche Scheibe, so würden wir nicht zuerst bloß den Rand glän-

zend sehen, sondern es würde sich gleich die ganze Scheibe, aber wegen des schief auffallenden Lichtes, nur schwach erleuchtet zeigen, und allmählig würde ihr Glanz zunehmen, so wie die Sonnenstrahlen mehr senkrecht auf sie fielen, und so ließe sich für jede andre Gestalt des Mondes zeigen, daß die Erscheinungen anders ausfallen würden, als wir sie in der Natur bemerken.

Alle diese Behauptungen, daß der Mond ein runder, dunkler Körper, und uns näher als die Sonne sei, erhalten nun noch eine wichtige Bestätigung durch die Sonnen- und Mondfinsternisse. Hielte der Mond sich bei seinem Laufe unter den Sternen eben so genau an die Ecliptik, als die Sonne es thut: so würde er bei jedem Neumonde nicht bloß nahe an der Sonne vorbei, sondern grade über sie weggehen, und sie also verdecken, oder, weil er undurchsichtig ist, verfinstern. Daß dies nicht bei jedem Neumonde geschieht, kömmt daher, weil die Bahn des Mondes etwas von der Ecliptik abweicht, und diese nur in zwei Puncten schneidet. Die Zeichnung (Fig. 17) wird Ihnen die ganze Sache noch etwas deutlicher machen. Alle

die hier gezeichneten Kreise müssen Sie sich, als auf der Himmelskugel gezeichnet, denken, und AQ für den Aequator, CE für den Weg der Sonne oder die Ecliptik, BD für den Weg des Mondes annehmen. Die beiden Kreise, welche Mond und Sonne am Himmel scheinbar durchlaufen, haben nur zwei Durchschnittspuncte M, m, und diese bleiben wenigstens in dem Zeitraume eines Jahres ziemlich unverrückt, das heißt, wenn einer derselben einmal in der Nähe des Siebengestirnes lieget, so bleibt er für dasselbe Jahr beständig in der Nähe desselben. Ist nun der Mond, im Neumonde zum Beispiel, in L, wenn die Sonne in S ist, so geht er oberhalb der Sonne hin, und verdunkelt sie nicht; sondern dieses geschieht nur, wenn der Mond zur Zeit des Neumondes ziemlich nahe bei M oder m ist. Wenn, wie wir vorhin annahmen, der eine Knoten (denn so nennt man diese Durchschnittspuncte) nahe beim Siebengestirn liegt, so kann also nur dann eine Sonnenfinsterniß Statt finden, wenn der Mond beim Neumonde in der Nähe des Siebengestirnes steht, das ist ohngefähr im Mai, oder auch, wenn

der Mond beim Neumonde in dem andern Knoten, diesem grade gegenüber steht, das ist im November. Blieben nun die Knoten ganz unverrückt immer beim Siebengestirn und in dem entgegengesetzten Puncte: so würden in allen Jahren die Sonnenfinsternisse bloß in jene Jahreszeiten fallen. Aber die Bahn des Mondes ist nicht so unveränderlich, als die Bahn der Sonne, und die Knoten rücken regelmäßig jährlich auf der Ecliptik fort, und deswegen kommen die Sonnenfinsternisse in verschiedenen Jahren zu ungleichen Jahreszeiten; aber immer dann, wenn der Mond im Neumonde dem Knoten nahe ist.

Wie die Erscheinung einer Sonnenfinsterniß beschaffen sein muß, wenn wir annehmen sollen, daß der Mond sie bewirke, werden Sie nun selbst angeben können. Die Sonnenfinsternisse müssen sich nur zur Zeit des Neumondes ereignen, und nur dann, wenn die Sonne in der Nähe des einen Knotens der Mondbahn ist; bei der Sonnenfinsterniß muß der Mond als eine runde, dunkle Scheibe von Westen nach Osten vor der Sonne vorbei

rücken, und sie eine Zeit lang ganz oder zum Theil verdunkeln, je nachdem er grade über dem Mittelpuncte, oder etwas oberhalb oder unterhalb desselben vor der Sonne vorüber geht. Und grade alles dieses stimmt mit dem, was man bei Sonnenfinsternissen beobachtet, völlig überein; welches uns dann berechtiget, den Mond wirklich für den Körper anzunehmen, der die Sonnenfinsternisse bewirkt.

Auch die Mondfinsternisse lassen sich aus dem, was wir nun schon wissen, leicht erklären. Steht (Fig. 16) die Sonne in B, die Erde in A: so muß die Erde nach H zu einen Schatten werfen; und wenn dieser weit genug bis an den Mond reicht, so muß er den Mond verdunkeln, wenn dieser sich in F befindet, das ist grade wenn er voll ist. Hieraus wird es also einleuchtend, warum Mondfinsternisse nur beim Vollmonde möglich sind, warum der nach Osten hin rückende Mond an der Ostseite zuerst verdunkelt wird, und auch, warum diese Verfinsterungen nur dann eintreten, wenn der Mond beim Vollmonde dem Knoten nahe ist, weil nämlich

sonst der Mond oberhalb oder unterhalb des Erdschattens hingeht. Weil der Mond da, wo der Erdschatten hinfällt, wirklich sein Licht verliert, so sieht man an verschiedenen Orten auf der Erde den Mond zu einerlei Zeit gleich stark verfinstert; die Sonnenfinsternisse hingegen zeigen sich nicht allen Orten, wo man sie sieht, auf einerlei Weise, weil der Mond am einen Orte den einen Rand der Sonne bedecken kann, während man ihn an einem andern Orte mitten vor der Sonne sieht. Diese kleine Bemerkung öffnet uns eine ganz neue Aussicht, und zeigt uns die Hoffnung, die Entfernung des Mondes genauer bestimmen zu können. — Aber dieses muß ich für einen meiner nächsten Briefe verschieben.

Funf-

Funfzehnter Brief.

am 14. Octob.

Ihr letzter Brief hat mir durch die Mittheilung des Gesprächs mit dem Herrn Wahnig eine besonders angenehme Unterhaltung gewährt. Dieser Herr meinte also, ich thäte Unrecht, Sie so lange bloß mit dem, was man am Himmel sieht, zu unterhalten, ich sollte vielmehr mit der Erklärung, daß die Erde sich um ihre Axe drehe, und dabei um die Sonne laufe, anfangen, und daraus ableiten, wie alles sich zeigen müsse. Ich werde diese Gelegenheit benutzen, Ihnen etwas von meiner Ansicht der ganzen Sache mitzutheilen, weil ich wirklich schon befürchtet habe, daß auch Ihnen die Zeit lang werden möchte, ehe ich zu der vollständigen Erklärung der Erscheinungen kommen kann; lieb aber war es mir doch, daß Sie ihn mit der Frage, warum niemals jemand die Hypothese aufgestellt habe, die Erde laufe um den Mond, so aus der Fassung gebracht hatten.

Wollte ich die Meinung des Herrn W. bloß persifliren, so würde ich fragen, ob man denn eher erklären solle, ehe man weiß, was zu

erklären ist? Dieses ist allerdings bei manchen Menschen und selbst bei einigen, die sich Physiker nennen, so Sitte; aber ich habe so manche Beispiele gesehen, wie betrübt die Erklärungen dann oft ausfallen, daß ich an diese Methode nicht ohne ein geheimes Grauen denken kann. Von solchen Beispielen darf ich Ihnen wohl eines erzählen. Ich kam einmal im Gespräche mit einem guten Bekannten, einem Gelehrten, der zwar die Physik nicht zu seinem Hauptstudio machte, aber sich doch mit seinen physikalischen Kenntnissen nicht wenig wußte, auf die Nordlichter; und ich äußerte ganz ohne Bedenken, daß diese Erscheinungen doch noch immer sehr unerklärlich wären. Das befremdete ihn, und er fing nun an, mir die wahre Ursache, welche die Nordlichter bewirke, zu erklären, sie entständen nämlich von dem Wiederscheine der Sonne an dem Eise im Nordmeere. — Ich brach das Gespräch ab, weil ich wohl sah, daß der gute Mann allzu vieles nicht wußte, und ich also nicht absah, wo meine Widerlegung anfangen müßte. —

Diese Geschichte leidet eine ernsthaftere Anwendung. Warum konnte dieser, sonst doch

kluge, Mann sich mit einer so elenden Erklärung begnügen? — Weil er bloß das wußte, oder bloß daran dachte, daß die Nordlichter am Pole so häufig sind, wo ja auch das viele glänzende Eis, und manchmal auch Sonnenschein ist. Hätte er mit jemanden gesprochen, der nie von Nordlichtern gehört hatte: so würde er ganz entscheidend gesagt haben: sehen Sie, bei dem starken Glanze des von der Sonne beschienenen Eises müßten die Wolken in jenen Gegenden ganz glänzend sein, und das heißt dann ein Nordlicht! — und der Schüler hätte das vermuthlich geglaubt, da ihm die Frage nicht einfallen konnte, ob man denn die Lappländischen Wolken bei uns sehen, und so gar im Zenith sehen könne? und ob das Eis dort auch glänzt, wenn in jenen Gegenden weder Sonne noch Mond scheint? u. s. w. Das Beispiel ist etwas stark, werden Sie sagen; aber wenn wir uns nicht um vollständige Kenntniß der Erscheinungen bekümmerten, könnte es uns dann nicht eben so gehen?

Doch um der Wahnigschen Meinung alle Gerechtigkeit widerfahren zu lassen, muß ich bekennen, daß es allerdings möglich ist, so, gleich=

sam von hinten, anzufangen; diese Methode ist besonders dann brauchbar, wenn jemand ganz kurz von der Einrichtung des Sonnensystems unterrichtet sein will, und ich glaube, daß man ihn dann dahin bringen kann, zu glauben, daß alles sich in der That wohl so verhalten möge. Aber Kenntnisse, die man auf diese Art erlangt, pflegen einem nie ganz eigen zu werden; es bleibt immer etwas von einem auf Glauben Annehmen dabei, und selten wird man seiner Kenntniß so gewiß, daß man auch nach längerer Zeit sich ihres Zusammenhanges und ihrer Gründe erinnern könnte. Fängt man dagegen mit der Kenntniß der Erscheinungen, oder noch besser, mit der eignen Beobachtung des Himmels, an; bemerkt man alle Schwierigkeiten selbst, wirft alle Fragen selbst auf, und sieht, wie sich eine nach der andern beantworten läßt, wie die nähere Betrachtung der Erscheinungen beinahe ungesucht uns diese Beantwortung an die Hand giebt: dann baut sich das System vor unsern Augen auf, wir sehen die Nothwendigkeit oder wenigstens die überwiegende Wahrscheinlichkeit der Schlüsse, und allen Zweifeln ist auf immer der Zugang geschlossen.

Dazu kömmt nun bei der Astronomie, daß man mit sehr verwickelten Ansichten anfangen müßte, wenn man aus der wahren Beschaffenheit der Sache die Erscheinungen ableiten wollte, und daß man da schwerlich der Gefahr entginge, den Anfänger zu verwirren, statt daß man bei der Erfindungs-Methode ihn zuerst bloß auf einfache Erscheinungen aufmerksam macht, und erst allmählig zu schwierigern Betrachtungen führt, und selbst diese schon von Anfang an so vorbereitet hat, daß man da, wo jene Methode zu großer Verwicklung führt, hier nur auf schon bekannte Sachen zurück zu weisen nöthig hat.

Dieses sind meine Gründe, warum ich, da Sie eine vollständige Kenntniß der astronomischen Lehren, so weit sie für den Nichtastronomen Interesse haben, zu erlangen wünschten, so vom Kleinen angefangen habe, und Sie nun nach und nach der völligen Uebersicht der Wahrheit näher leiten werde. Ob diese Gründe überzeugend für Sie sind, oder eigentlich, ob meine bisherigen Briefe Ihnen Unterhaltung gewährt haben? — von Ihrer Beantwortung dieser Frage wird es nun abhängen, ob ich fortfahren soll. Doch über Ihre Frage an

Herrn W., warum noch niemand je geglaubt habe, die Erde laufe um den Mond herum, muß ich hier gleich noch etwas beifügen. So wenig es Ihnen mit dieser Frage Ernst war, so hatten Sie doch darin ganz Recht, daß diejenigen Erscheinungen, welche Sie bis jetzt kennen, nicht dazu geeignet sind, die Frage zu entscheiden, ob der Mond sich um die Erde dreht, oder die Erde um ihn, grade so wenig, als sie hinreichen, zu bestimmen, ob die jährliche Bewegung der Sonne eine bloß scheinbare oder eine wirkliche sei. Alles was Herr W. zur Vertheidigung der gewöhnlichen Meinung sagte, konnte Sie nicht befriedigen, und zeigt bloß, daß er auf diesen Einwurf nicht vorbereitet war; folgende Bemerkungen und Beobachtungen werden Ihnen einen Fingerzeig geben, wie man zur Entscheidung jener Fragen gelangt ist; die umständliche Untersuchung behalte ich mir noch vor.

Wie sich aus der falschen Hypothese, die Erde laufe um den Mond herum, die Erscheinungen des Mondes ziemlich ungezwungen erklären ließen, dabei will ich mich nicht aufhalten; sondern Sie nur darauf aufmerksam machen,

daß bei der ansehnlichen Entfernung des Mondes von uns, die angenommene Bahn der Erde doch eine ziemliche Größe hätte, und daher wohl die Verrückung unsers Standpunctes einigen Einfluß auf die scheinbare Stellung der uns nähern Sterne haben könnte. Nehmen Sie an, in Fig. 18 sei A der Mond, und C und F sei die Erde in zwei verschiedenen Stellungen. Gesetzt nun, man sähe von C aus einen nähern Stern B ganz nahe bei einem sehr viel entferntern D: so würde, indem die Erde nach E kömmt, B grade mit D in einer Linie erscheinen, oder jener diesen bedecken; bei weiterm Fortgange nach G würde B vor D vorbei zu rücken scheinen, und sich, bis die Erde in F kömmt, immer weiter von ihm entfernen, da man von F aus diese Sterne um den Winkel, welchen BF und DF zusammen machen, von einander entfernt sieht. Diese scheinbare Entfernung beider Sterne würde abnehmen, so wie die Erde weiter rückt, und in H würde man den einen wieder vom andern bedeckt sehen, und dann würde er bei ihm vorbei zu rücken scheinen. Dieses scheinbare Hin- und Herrücken des Sternes B würde sich monatlich erneuern,

und in deutlichem Zusammenhange mit der Periode eines Umlaufes um den Mond, oder des scheinbaren Umlaufes des Mondes um die Himmelskugel stehen. Eine solche monatliche Verrückung der Sterne bemerkt man aber gar nicht, wohl aber eine ganz ähnliche jährliche Verrükkung der Planeten, die uns also darauf leitet, der Erde einen jährlichen Kreislauf um die Sonne beizulegen: — Sie werden mir erlauben, bei dieser ein wenig zu verweilen, da die Veranlassung sich mir so ganz ungesucht darbietet.

Ich habe schon in einem meiner vorigen Briefe erwähnt, daß außer der Sonne und dem Monde auch einige wenige Sterne ihre Stellung gegen die übrigen Sterne täglich ändern; Sie werden wohl schon wissen, daß diese Planeten heißen, und daß man zum Unterschiede die übrigen, welche wir beständig in einerlei Stellung sehen, Fixsterne nennt. Diese Planeten bewegen sich unter den Sternen auf eine weniger regelmäßige Weise, als Sonne und Mond. Zwei von ihnen, denen man die Namen Venus und Mercurius gegeben hat, entfernen sich nie weit von der Sonne; sondern,

wenn sie eine Zeit lang sich långst der Ecliptik ostwårts von ihr entfernt haben, so kommen sie ihr wieder nåher, gehen bei ihr vorbei, und bleiben hinter ihr zurůck, erreichen westwårts von ihr nur eine gewisse Entfernung, kehren dann abermals zu ihr zurůck, und setzen so ihre Bewegung beståndig fort. Aus den Bewegungen dieser beiden Planeten låßt sich, wenn man sie bloß obenhin betrachtet, nicht viel ůber die Bewegung der Erde herleiten, sondern nur vermuthen, daß diese Planeten sich um die Sonne bewegen; die ůbrigen Planeten sind es eigentlich, deren Bewegung Aehnlichkeit mit derjenigen hat, welche man monatlich an den nåchsten Sternen bemerken můßte, wenn die Erde um den Mond herum liefe.

Beobachtet man nåmlich den Mars, wenn er Morgens vor der Sonne aufgeht, und bemerkt sich seine Lage gegen benachbarte Sterne, so findet man, daß er von Tage zu Tage den ôstlichern Sternen nåher růckt. Weil indeß dieses ôstliche Fortrůcken nicht so schnell ist, als das Fortrůcken der Sonne: so bleibt er hinter dieser zurůck, und sie entfernt sich immer weiter von ihm. Mit der Zunahme seiner Entfernung

von der Sonne nimmt die Geschwindigkeit, mit welcher er ihr nacheilt, ab, und endlich scheint der Mars einige Tage beinahe ganz unverrückt bei den Sternen zu bleiben, wo er sich grade befindet. Dieses Stillstehen dauert aber nicht lange, sondern er fängt nun an, zurück zu gehen, oder sich den westlichern Sternen, die er vorhin hinter sich gelassen hatte, wieder zu nähern; seine rückgängige Bewegung nimmt an Schnelligkeit zu, bis er der Sonne grade gegenübersteht, oder um Mitternacht im Meridiane erscheint, dann wird sie allmählig langsamer; Mars scheint nach einiger Zeit abermals unter den Sternen still zu stehen, fängt endlich wieder an, sich östlichern Sternen zu nähern, und setzt diese östliche Bewegung so lange fort, bis die schneller fortrückende Sonne ihn endlich wieder ereilt. Dieses ist die kurze Geschichte der Bewegungen des Mars, und alle übrigen Planeten (Venus und Mercur ausgenommen,) bewegen sich ganz auf dieselbe Weise; und es erneuern sich, wenn die Sonne dem Mars vorbei gegangen ist, alle die Erscheinungen, welche ich beschrieben habe, in eben der Ordnung wieder.

Erinnern Sie sich jetzt an das, was ich

Ihnen vorhin von dem scheinbaren Hin- und Herrücken des Sternes B (Fig. 18) sagte. Lassen Sie dort A die Sonne, CGF die Bahn der Erde, B den Mars bedeuten, so würden die anscheinenden Verrückungen von B gegen benachbarte Sterne viele Aehnlichkeit mit der beobachteten Bewegung des Mars haben. Ganz stimmen freilich beide nicht mit einander überein, aber dieser Mangel an Uebereinstimmung rührt davon her, daß wir B als stillstehend annehmen; legten wir B selbst auch eine Bewegung im Kreise um die Sonne A bei, so würden wir alle Erscheinungen der Bewegung des Mars uns vollständig erklären können. Doch hier mag es genug sein, dieses obenhin erwähnt zu haben, meine Absicht war bloß, Ihnen kurz anzudeuten, wie das abwechselnde Vorwärts- und Rückwärtsgehen der Planeten, welches mit ihrem Stande gegen die Sonne in deutlicher Verbindung steht, uns zu dem Schlusse, daß die Erde sich bewege, leiten kann; die vollständige Entwicklung dieser Lehre muß ich noch aufschieben.

Diese so sehr irregulär scheinenden Bewegungen der Planeten haben den Scharfsinn der

Astronomen lange beschäftigt, ehe man auf passende Erklärungen kommen konnte; lange versuchte man Erklärungen, die zwar einiges aufzuhellen schienen, aber immer in neue Labyrinthe führten, bis es endlich gelang, alle Erscheinungen unter ein allgemeines Gesetz zu bringen, und durch fast unzählige Proben sich zu überzeugen, daß dieses Gesetz Wahrheit enthalte. Die Geschichte dieser Entdeckungen giebt einen schönen Beweis von der unbezweifelbaren Wahrheit, daß in der Natur, mögen sich auch die Erscheinungen noch so verworren dem ungeübten Auge zeigen, doch gewiß Ordnung und Zusammenhang aufzufinden ist, und endlich aufgefunden wird; selbst da, wo eine lange Zeit durch die vermehrten Beobachtungen nur immer tiefer in das Labyrinth hinein zu führen schienen, gelang es doch endlich dem menschlichen Geiste, diese anscheinende Unordnung zu überschauen, und nun zu bemerken, daß das eine künstliche, oft mit großer Weisheit geordnete Verkettung sei, was ihm vorhin als planloses Gewirre erschienen war. In der Natur läßt jede Erweiterung unsrer Kenntnisse uns tiefer hinein blikken in die Anordnung des Ganzen, und selbst

der tiefsinnigste Forscher fühlt oft sein Auge unwillkürlich abgezogen von seinem Gegenstande, und hingezogen zu einer freudigen, oft fast andachtsvollen Bewunderung der Einfachheit und Zweckmäßigkeit, die er in den Gesetzen der Natur bemerkt. Wie ganz anders geht es uns in der moralischen Welt! — Hier betäuben tausend schreiende Disharmonien unser Ohr, und es gelingt dem grübelnden Verstande nicht, zu entdecken, warum alles so sein muß, — warum alles so sein darf, wie es doch wirklich ist. Seit Jahrtausenden hat man gefragt und gezweifelt, ob auch die moralische Welt unter den Gesetzen eben der Ordnung und Weisheit stehe, die wir in der willenlos wirkenden Natur erkennen, und noch täglich findet der Zweifler neuen Anlaß zu dieser Frage. Und womit können wir uns trösten? — Keine Philosophie beantwortet unsre Fragen, keiner ist es noch gelungen, zu zeigen, daß diese Uebel zum Heile des Ganzen unentbehrlich sind; — nur eines kann sie uns lehren, nämlich die Speculation aufzugeben, uns nicht mit der unnützen Frage, was diese Uebel zur Harmonie des Ganzen beitragen, aufzuhalten, sondern bloß auf uns selbst

zu blicken, zu streben, daß jedes Widerwärtige für uns heilsam werde, uns diene, die Festigkeit unsers Willens, unsre Beharrlichkeit und Muth zu üben und zu stärken. — Aber warum führe ich Sie auf Gegenstände, die das Herz mit Trauer erfüllen! — Möge nie ein herbes Geschick Ihren schönen Glauben, daß eine liebevolle Hand uns durchs Leben leitet, auf die Probe stellen, möge er Sie unerschüttert begleiten und Sie trösten, wenn fremdes Leiden Sie betrübt.

Sechzehnter Brief.

am 20. Octob.

Da es in der Astronomie oft auf eine genaue Zeitbestimmung ankömmt: so ist es nöthig, daß ich Sie einmal mit genauern Angaben über die Eintheilung der Zeit unterhalte. Bisher mußte ich mich auf sehr oberflächliche Zeit-Angaben einschränken, und obgleich die Minuten und Secunden an sich kein Interesse für Sie haben, so werden Sie doch zu wissen verlangen, wie die

Astronomen rechnen, was bei ihnen ein Tag heißt u. s. w.

Die fürs gemeine Leben zureichende Kenntniß, daß man den Zeitraum von einem Mittage bis zum andern, oder auch von einer Mitternacht bis zur andern einen Tag nennt, und diesen Zeitraum in 24 Stunden eintheilt, ist für den Astronomen nicht hinlänglich. In unsern bürgerlichen Geschäften brauchen wir uns eben nicht darum zu bekümmern, ob dieser Zeitraum heute einige Secunden länger oder kürzer ist, als in einer andern Jahreszeit; aber der Astronom verlangt hierin eine größere Genauigkeit. Um eine richtige Grundlage zur Abmessung der Zeit zu besitzen, ist es nothwendig, ein Merkmal, ein Signal gleichsam, zu haben, welches uns allemal mit völliger Genauigkeit den Ablauf eines gewissen Zeitraums angiebt. Unsre künstlichen Uhren sind zwar hiezu einigermaßen brauchbar, aber um sich zu überzeugen, ob und in wiefern die von ihnen als gleich angegebenen Zeiträume es auch wirklich sind, oder um die nie ganz fehlenden Irregularitäten ihres Ganges kennen zu lernen, bedarf es doch immer eines Regulativs, welches von zufälligen Umständen

nicht abhängt, welches für alle Bewohner der Erde brauchbar, und für alle dasselbe ist. Glücklicher Weise bietet die tägliche Umdrehung der Sternenkugel uns eine mit der größten Regelmäßigkeit, nach gewissen, immer gleichen, Zeiträumen, gleichförmig wiederkehrende Reihe von Erscheinungen dar, und giebt uns daher das natürlichste und festeste Zeitmaaß an die Hand.

Die sorgfältigsten Beobachtungen der Sterne zeigen, daß die Zeit, welche zwischen zwei zunächst nach einander folgenden Durchgängen desselben Sterns durch den Meridian verfließt, immer höchst genau gleich ist. Diese Zeit, in welcher der ganze Himmel sich einmal um uns zu drehen scheint, ist es nun, was der Astronom als das erste und einfachste Zeitmaaß allen übrigen Zeitbestimmungen zum Grunde legt, und es einen Sternentag nennt. Die wirklich immer gleiche Länge des Sternentages läßt sich zwar nicht durch eine einzige Uhr und durch eine geringe Anzahl von Beobachtungen prüfen, weil Fehler der Uhr zu irrigen Schlüssen verleiten könnten, aber unzählige Beobachtungen, bei denen die Fehler der unzähligen verschiedenen Uhren keinen immer gleichen Irrthum veranlassen

könn-

können, haben dieses Resultat bestätigt. Der Augenblick, in welchem man den Anfang des Sternentages annimmt, ist an sich selbst ziemlich willkührlich; da aber die Ecliptik und der Aequator zwei so sehr merkwürdige Kreise am Himmel sind, so hat man es am schicklichsten gefunden, den Anfang des Sternentages auf den Augenblick zu setzen, da der eine Durchschnittspunct dieser beiden Kreise, nämlich der Punct der Frühlings-Nachtgleiche, in welchem die Sonne steht, wenn im Frühlinge Tag und Nacht gleich lang sind, im Meridiane erscheint. Von diesem Augenblicke an rechnet man die Stunden und Minuten des Sternentages, und ein Sternentag ist also eigentlich die Zeit, welche von dem einen Durchgange dieses Punctes durch den südlichen Meridian bis zum nächsten Durchgange durch denselben verfließt; die Eintheilung dieses Zeitraumes in 24 Stunden giebt die Stunden des Sternentages. Da die Sonne im Frühlinge am 21. oder 22. März in dem Puncte der Nachtgleiche steht: so ist in diesen Tagen der Anfang des Sternentages mit unserm Mittage einerlei; zu andern Zeiten des Jahres aber ist dieser Anfang desto weiter vom Mit-

tage entfernt, je mehr die Sonne von diesem Puncte absteht.

Obgleich aber diese Eintheilung der Zeit nach Sternentagen von der einen Seite Vorzüge vor jeder andern hat, weil die Beobachtung irgend eines, nach seiner Stellung am Himmel genau bekannten, Sternes im Meridiane ganz unmittelbar zur Prüfung des Ganges der Uhr, oder zur Bestimmung, welche Zeit es eigentlich, nach Sternenzeit gerechnet, sei, dient: so ist sie doch für das bürgerliche Leben, wo wir uns nach der Sonne, und nicht nach den Sternen richten, nicht bequem. Weil die Sonne nicht immer bei einerlei Sterne steht, sondern täglich ohngefähr einen Grad nach Osten zu fortrückt: so ist offenbar die Zwischenzeit zwischen zwei Durchgängen der Sonne durch den Meridian etwas länger, als der Sternentag. Wenn also am 21. März der Durchgang des Sonnen-Mittelpunctes durch den Meridian mit dem Anfange des Sternentages genau zusammen gefallen wäre, so würde am 22. der Sternentag schon etwas eher angegangen sein, als die Sonne im Meridiane erscheint, und eine nach Sternenzeit gehende Uhr würde mit

ihrem zwölfe Schlagen täglich mehr dem wahren Mittage voraus eilen, und zu Bestimmung unsrer häuslichen Geschäfte gar nicht dienen können. Diese Unbequemlichkeit wäre ganz leicht zu vermeiden, wenn die Zeit von einem Durchgange des Sonnen-Mittelpunctes durch den Meridian bis zum andern immer genau gleich wäre; denn dann hätten wir nur nöthig, die Uhren so einzurichten, daß sie den wahren Sonnentag, das ist jene Zwischenzeit von einem wahren Mittage bis zum andern, in 24 Stunden theilten, und diese Stunden würden um etwas Geringes länger ausfallen, als die Stunden des Sternentages, und unserm Zwecke ganz entsprechen.

Aber hierbei tritt die Schwierigkeit ein, daß nicht alle wahren Sonnentage (denn so nennen wir nun die Zeit zwischen zwei zunächst nach einander folgenden Culminationen oder Meridian-Durchgängen des Sonnen-Mittelpunctes) gleich lang sind, und daß also eine Uhr, welche vom heutigen bis zum morgenden wahren Mittage 24 Stunden genau angiebt, für eine andre Jahreszeit nicht passen würde. Bei unsern gewöhnlichen Geschäften, und bei man-

chen Uhren, an denen man doch fast von Woche zu Woche stellen muß, käme dieses vielleicht nicht in Betrachtung; aber bei astronomischen Zeitbestimmungen und sehr genauen Uhren, welche so gearbeitet sind, daß sie keiner Nachhülfe oder Correction bedürfen, verlangt man eine genauere Richtschnur, und will, daß sie nicht für irgend einen einzelnen Tag, sondern für das ganze Jahr passen. Dieses führt uns auf die Nothwendigkeit, die mittlere Länge des Sonnentages zu bestimmen, und Sie werden nun leicht übersehen, was man unter dem mittlern Sonnentage versteht. Man bestimmt nämlich die mittlere Länge des Sonnentages so, daß 365 solche völlig gleiche Tage genau eben so viele Stunden, Minuten und Secunden enthalten, als die 365 wahren Tage eines Jahres. Wenn ich also eine Uhr besitze, welche völlig genau nach diesem mittlern Sonnentage eingerichtet ist, und stelle sie heute genau auf 12 Uhr, wenn der Mittelpunct der Sonne im Meridiane erscheint: so wird sie zwar nach einigen Tagen oder Wochen einige Secunden oder auch Minuten vor oder nach 12 Uhr zeigen, wenn der wahre Mittag mit dem Durchgange der

Sonne durch den Meridian Statt findet; aber nach 365 Tagen wird der Mittag der Uhr wieder genau mit dem wahren Mittage übereinstimmen, weil die Uhr zwischen den zu langen und zu kurzen Zeiträumen, zwischen den wahren Mittagen, genau das Mittel hält, so daß die Unterschiede in dem Verlaufe eines ganzen Jahres sich genau ausgleichen.

Um zu übersehen, wie diese drei verschiedenen Eintheilungen der Zeit sich gegen einander verhalten, lassen Sie mich noch folgendes hinzufügen. Nehmen Sie an, daß an irgend einem bestimmten Tage der Anfang des Sternentages mit dem Anfange des mittlern Sonnentages genau zusammentreffe: so wird, weil die Stunden der Sternenzeit etwas kürzer als die Stunden des mittlern Sonnentages sind, die nach Sternenzeit gehende Uhr der andern sogleich voreilen, und am Ende des ersten Tages wird ihre Abweichung von einander etwa 4 Minuten betragen, um so viel wird nämlich der zweite Sternentag früher angehen, als der zweite mittlere Sonnentag. Auf diese Weise kömmt eine nach Sternenzeit gehende Uhr in einem Monate 2 Stunden vor der nach mittlerer Sonnenzeit

gehenden voraus, und da dieser Unterschied nach 12 Monaten 24 Stunden oder einen ganzen Tag beträgt, so kommen nach einem Jahre beide Uhren wieder überein. Der wahre Mittag oder der Anfang des wahren Sonnentages trifft nun nicht immer genau mit dem des mittlern Sonnentages überein, sondern die nach mittlerer Zeit gehende Uhr ist zuweilen etwas mehr, zuweilen etwas weniger als zwölf Uhr, wenn es grade Mittag ist. Hat man sie z. B. so gestellt, (wie man es zu thun pflegt) daß am 15. April der Anfang des mittlern Sonnentages genau mit dem wahren Mittage zusammenfällt: so findet man, weil um diese Jahreszeit der wahre Sonnentag etwas kürzer als der mittlere ist, daß der folgende wahre Mittag etwas früher eintritt, als es 12 Uhr ist, der nächste Mittag eilt dem Schlage zwölf noch etwas mehr vor und so ferner. Diese Verfrühung des wahren Mittages in Vergleichung gegen den mittlern Mittag geht bis in die Mitte des Maies fort; dann aber beträgt das Fortrücken der Sonne grade so viel als es müßte, wenn sie ganz gleichförmig genau in 365 Tagen um den Himmel herumlaufen sollte, und es bleibt daher der wahre

Mittag einige Tage ziemlich gleich (nämlich 4 Minuten) vom mittlern Mittage entfernt. Nach dieser Zeit fängt der Zeitraum von einem wahren Mittage bis zum andern an, etwas größer zu werden, als der mittlere Sonnentag; der wahre Mittag verspätet sich also, und rückt dadurch dem mittlern Mittage wieder näher; im Juni kommen beide wieder ganz zusammen, und da die Verspätung des wahren Mittages fortdauert, so trifft dieser dann erst nach 12 Uhr ein; und so wechselt es ab bis in den folgenden April, wo Uhr und Sonne gleichfalls wieder in einerlei Augenblicke den Mittag angeben.

Diese geringe Abweichung der wahren Sonnenzeit von der mittlern finden Sie auch in Calendern angegeben. Wenn nämlich dort steht: die Uhr geht früher als die Sonne, so heißt das, die auf gewöhnliche Weise nach mittlerer Zeit gestellte Uhr schlägt eher zwölfe, als es wirklich Mittag ist, und so findet das Umgekehrte zu andern Jahreszeiten Statt. Diese Abweichung des wahren Mittages von der Uhr ist zwar nie groß, indeß beträgt sie doch im Anfange des Novembers 17 Minuten, und man

könnte daher mit Unrecht einer genau gehenden Uhr Fehler vorwerfen, wenn man sie z. B. mit einem Sonnenzeiger vergliche, und auf diesen Unterschied nicht Rücksicht nähme.

Von den Ursachen, warum die wahren Sonnentage etwas ungleich sind, werde ich Ihnen im nächsten Briefe Einiges sagen; ich fürchte, daß der heutige Brief Ihnen ohnehin etwas zu lang sein wird.

Siebzehnter Brief.

am 31. Octob.

Ich fahre, ohne weitere Vorrede, in der neulich angefangenen Materie fort, um Ihnen noch die Ursachen anzugeben, warum die wahren Sonnentage, die von einem Mittage bis zum andern gehen, nicht immer gleich sind. Die eine Ursache liegt in der wirklich nicht immer gleich schnellen Bewegung der Sonne längst der Ecliptik, die andre in der schiefen Richtung der Ecliptik gegen den Aequator.

Beobachtet man die Sonne täglich und

bestimmt auf die Weise, welche ich Ihnen schon beschrieben habe, ihre genaue Stelle am Himmel, so findet man ihr tägliches Fortrücken im Juni und Juli am langsamsten, im December und Januar am schnellsten, und schon aus dieser Ungleichheit müßte eine verschiedene Länge des Sonnentages entstehen. Aber noch größere Ungleichheiten bringt die Schiefe der Ecliptik hervor. Da in jeder Minute ein gleiches Stück des Aequators durch den Meridian rückt: so wird es Ihnen leicht einleuchten, daß nicht in jeder Minute gleiche Stücke der Ecliptik durch den Meridian gehen. Die Zeichnung (Fig. 15) die ich schon bei einer andern Gelegenheit gebraucht habe, wird dieses erläutern. Bedeuten nämlich AD und EC gleiche Stücke auf der Ecliptik, so gehen diese in denjenigen Zeiträumen durch den Meridian, in welchen die Stücke AF, GH des Aequators durch denselben gehen, wenn DF, und so auch EG, CH auf den Aequator senkrecht sind. Ist aber das Stück EC mit dem Aequator ohngefähr gleichlaufend, und AD gegen ihn geneigt, so ist AF offenbar weit kleiner, als GH, woraus dann folgt, daß 1 Grad der Ecliptik, welcher nahe bei A liegt,

weit kürzere Zeit zu seinem Durchgange durch den Meridian braucht, als ein Grad der Ecliptik, der etwa bei C liegt. Rückte also die Sonne auch ganz genau alle Tage einen Grad auf der Ecliptik fort, so würde doch der Ueberschuß des wahren Sonnentages über den immer gleichen Sternentag nicht das ganze Jahr gleich groß sein, denn dieser Ueberschuß ist die Zeit, in welcher jener einen Grad der Ecliptik durch den Meridian geht, und diese ist im März kleiner als im Juni. Beide Ursachen vereinigt (wozu noch kleine Irregularitäten kommen, an denen der Mond und die Planeten Schuld sind) geben dann die mehrmalige Abwechselung in der den mittlern Sonnentag bald übertreffenden, bald hinter ihm zurückbleibenden wahren Länge des Sonnentages.

Ich glaube an diese Bemerkungen über die Eintheilung der Zeit nichts Schicklichers anfügen zu können, als einige Worte über die Berichtigung der Uhren. Die Frage: geht Ihre Uhr richtig? — ist eine so gewöhnliche, daß es wohl der Mühe werth ist, diesem Gegenstande einige Aufmerksamkeit zu schenken. Der Astro-

nom, zumal wenn er mit allen Instrumenten reichlich ausgerüstet ist, hat tausend Mittel, sich von der Uebereinstimmung seiner Uhr mit dem Himmel zu versichern; aber wenige dieser Mittel sind für den Nichtastronomen brauchbar. Glücklicher Weise kömmt es uns Laien hierbei eben nicht auf einige Secunden an, deren Bestimmung uns auch in der That in Verlegenheit setzen würde, und wir sind gewöhnlich zufrieden, wenn wir nicht viel über eine Minute fehlen können, auch nehmen wir wohl gar einen Irrthum von 2 oder 3 Minuten für unbedeutend an. Zu einer solchen Zeitbestimmung sind die Mittel in Jedermanns Händen. Die Landleute pflegen sich gewöhnlich nach dem Aufgange und Untergange der Sonne zu richten, wofür ihr Calender ihnen die Zeitangabe liefert; und obgleich dabei Ungewißheiten, die in dem veränderlichen Zustande der Luft ihren Grund haben, vorkommen, so beunruhigt den gemeinen Beobachter dieses doch nicht, weil 5 Minuten für seine Zwecke etwas durchaus Unbedeutendes sind. Für den Städter, der die auf- und untergehende Sonne selten zu sehen bekömmt, ist es meistens bequemer, wenn er ein irgend freies,

nach Süden gehendes Fenster hat, eine Mittagslinie zu ziehen.

Die Mittagslinie ist diejenige auf einer horizontalen Ebene gezogene Richtung, nach welcher der Schatten fällt, wenn die Sonne im Meridiane steht; also eine genau von Norden nach Süden gehende grade Linie auf einer horizontalen Ebene. Hat man einmal eine solche Linie, so bedarf es nur eines möglichst genau lothrecht gestellten graden Stifts, den man in irgend einem Puncte dieser Linie aufstellt, und man weiß nun, daß es Mittag ist, wenn der Schatten genau nach der Richtung der Linie fällt.

So wenig ich vermuthe, daß Sie Zirkel und Lineal zur Hand nehmen werden, um in Ihrem Zimmer eine Mittagslinie zu ziehen: so theile ich Ihnen doch hier eine kurze Beschreibung mit, wie man mit ziemlicher Genauigkeit eine Mittagslinie ziehen kann. Stellen Sie sich eine genau horizontale, ebene Fläche vor, die nach Süden hin so offen ist, daß sie ziemlich lange vor und nach Mittag freie Sonne hat. Ziehen Sie auf dieser einen Kreis BCD, (Fig. 19) und setzen in den

Mittelpunct A einen lothrecht gestellten graden Stift AF, den Sie hier als auf dem Papiere senkrecht stehend annehmen müssen. Der Schatten dieses Stiftes ist früh Morgens sehr lang, und wird allmählig kürzer; und wenn der Kreis eine schickliche Größe hat, so wird es einen Zeitpunct geben, wo der Schatten sich genau im Umfange des Kreises endigt. Grade wenn dieses der Fall ist, bemerkt man die Richtung des Schattens durch eine Linie, die hier durch AD vorgestellt wird. Späterhin bis kurz nach Mittag fällt das Ende des Schattens innerhalb des Kreises; da aber seine Länge allmählig wieder zunimmt, so erreicht endlich das Ende des Schattens wieder den Kreisumfang, und wenn das in C geschieht, so zieht man AC. Mitten zwischen diesen Linien AC, AD liegt die Mittagslinie. Denn weil die Sonne ziemlich genau auf einerlei Parallelkreise bleibt, während man diese Beobachtung der Schatten anstellt, so treffen die gleichen Längen des Schattens um gleiche Zeiten vor Mittag und nach Mittag, und also bei gleichen Entfernungen der Sonne vom Meridiane, und deswegen ist die Mitte zwischen beiden Schatten

die Mittagslinie. Diese Voraussetzung, daß die Sonne genau auf einerlei Parallelkreise bleibt, ist nicht völlig richtig, und man nimmt daher gern die Zwischenzeit zwischen beiden Antritten des Schattens an die Kreislinie nicht zu groß.

Dieser Mittagslinie bedient man sich auch, um die Sonnenzeiger, deren Schatten die Stunden angiebt, richtig aufzustellen. Doch von diesen will ich Sie nicht weiter unterhalten, da die Beschreibung von Sonnenuhren, die ohnehin wenig allgemein Interessantes hat, uns in eine große Weitläuftigkeit führen möchte.

Achtzehnter Brief.

am 13. Nov.

Da alle Beschäftigungen des ländlichen Lebens in den gemäßigten Erdstrichen so ganz bestimmt mit dem wechselnden Stande der Sonne zusammenhängen, und überhaupt in unsern Gegenden niemand, selbst der Ungebildetste nicht, die Abwechselung der Jahreszeiten übersehen

konnte: so mußte es schon sehr früh den Menschen natürlich scheinen, darnach ihre Zeit-Eintheilung einzurichten, und die Periode zwischen zwei gleichen Ständen der Sonne ein Jahr zu nennen. Hätten die ersten Menschen unter dem Aequator gewohnt, wo die Periode der Witterung nur halb so lang ist, als bei uns, indem die Sonne im März und September im Zenith steht, und im Juni und December ihren niedrigsten Stand erreicht: so würden sie vielleicht ihr Jahr nur halb so lang angenommen haben. Es wäre vielleicht eine hübsche Frage zur Uebung für Herrn Wahnig, ob sich nicht etwa dadurch das hohe Alter der Patriarchen vor der Noachischen Fluth auf die Hälfte herabbringen ließe? — sagen Sie ihm aber ja nicht, daß die Frage von mir herrührt; denn was gehen mich die Patriarchen an! — er könnte am Ende so gar mit mir darüber disputiren wollen, da es mir ja doch nur um eine Nuß für ihn zu thun ist, an der ich meine Zähne nicht zu üben denke. Genug also, in unserm gemäßigten Erdstriche deuten alle Natur-Erscheinungen auf eine Periode von etwa 12 Mondwandelungen, oder, wie man nach und nach

genauer bestimmt hat, von 365 Tagen hin, die wir ein Jahr nennen. Für die Bedürfnisse des gemeinen Lebens mag diese Zeitbestimmung von 365 Tagen, welche verfließen, bis die Sonne eine gleiche Stellung wieder erreicht, lange genau genug geschienen haben; aber sie ist es doch in der That nicht. Genauere Beobachtungen zeigen nämlich, daß die Erde beinahe 6 Stunden mehr als 365 Tage gebraucht, um ganz ihren vorigen Stand am Himmel wieder zu erreichen, und daß sie also nach viermal 365 Tagen, von heute an gerechnet, noch einen ganzen Tag gebraucht, um wieder dahin zu kommen, wo sie heute stand. Dieser Unterschied scheint unbedeutend, indem, wenn wir alle Jahre zu 365 Tagen annähmen, der längste Tag, der dieses Jahr auf den 21. Jun. fiel, nach 4 Jahren auf den 22. Jun., nach 8 Jahren auf den 23. Jun. u. s. w. fallen würde, welches bei unserm Säen und Erndten noch keinen Unterschied macht; aber dieser geringe Unterschied wird in einigen Jahrhunderten bedeutend, weil er alle 4 Jahre um einen Tag zunimmt. Hätte man die Jahre immer so gerechnet, so würden wir jetzt schon Mühe haben,

uns

uns zu besinnen, ob die späte Kälte im Jahre 1709 etwas so Außerordentliches war, weil der Stand der Sonne am 1. April damals ganz anders gewesen wäre, als jetzt.

Um also Jahrhunderte durch die Jahre so zu zählen, daß derselbe Monat mit einerlei Stande der Sonne zusammen gehöre, hat man schon sehr lange angefangen, jedes vierte Jahr zu einem Schaltjahre von 366 Tagen zu machen. Trifft nun gleich die Ankunft der Sonne in den Punct der Frühlings-Nachtgleiche das eine Jahr am 20. März Abends, das zweite Jahr am 21. März Morgens, das dritte Jahr am 21. März Mittags, so kommt doch im vierten Jahre, weil es einen Tag länger ist, alles wieder in Ordnung. Durch diese Einschaltung stimmt die Zeit der Nachtgleiche immer fast pünctlich mit dem 21. März überein, und wenn wir jetzt hören, daß am 8. April 1709 die Ostsee bei Danzig noch so weit, als man mit dem Fernrohre sehen konnte, mit Eis bedeckt war, so wissen wir, daß dieses etwas eben so Ungewöhnliches war, als wenn es in diesem letzten Frühlinge sich ereignet hätte.

Diese gewöhnliche Einschaltung, vermöge

welcher in jedem vierten Jahre der Februar 29 Tage hat, statt daß er sonst nur 28 enthält, würde für das bürgerliche Leben völlig zureichen; aber ganz genau würde sie nur dann sein, wenn die Periode der Sonne grade 365 Tage und 6 Stunden ausmachte. Die Periode, in welcher die Sonne völlig wieder an ihre vorige Stelle am Himmel kömmt, ist aber etwa 11 Minuten kürzer, und wir schalten folglich etwas zu viel ein, so daß, wenn 1804 die Sonne am 20. März um 8 Uhr Abends den Aequator erreichte, sie 1808 schon am 20. März um $7\frac{1}{4}$ Uhr Abends eben dahin gelangt. Wegen dieser kleinen Unrichtigkeit würde also die Ankunft der Sonne im Aequator oder jede andre Stellung derselben nach 25 Einschaltungen, das ist nach 100 Jahren, 19 Stunden früher, also schon in der Nacht vom 19ten auf den 20. März erfolgen; und weil dies etwa $\frac{3}{4}$ Tag in 100 Jahren macht, so läßt man in 4 Jahrhunderten 3 Schaltjahre weg, so daß 1700, 1800, 1900, die nach der Ordnung Schaltjahre sein sollten, es nicht sind, sonst aber jedes vierte Jahr seinen Schalttag behält. An sich ist diese Abänderung der Einschaltung ge-

ringfügig; aber da ihr Einfluß doch nach Jahrhunderten merklich wird, so ist sie darum nicht überflüssig. Durch dieses Weglassen dreier Schaltjahre in einem Zeitraume von 400 Jahren unterscheidet sich der Gregorianische — von Pabst Gregor XIII. angeordnete — Calender von dem Julianischen, der schon von Julius Cäsar eingerichtet ward. Pabst Gregor wünschte nämlich, daß die Frühlings-Nachtgleiche wieder auf den 21. März fallen sollte, wie ehemals; er ließ deshalb im October 1582 zehn Tage ganz weg, so daß der October in diesem Jahre nur 21 Tage hatte, und ordnete nun auch die erwähnte Weglassung einiger Schaltjahre an. Hierdurch entstand zuerst die Abweichung des neuen Calenders vom alten, und es war nun der 1. Jan. 1583 alten Stiles (wie man gewöhnlich sagt) einerlei mit dem 11. Jan. 1583 neuen Stiles, weil das vorhergehende Jahr nach dem neuen Stile zehn Tage weniger gehabt hatte. Da der alte Calender das Jahr 1700 zu einem Schaltjahre machte, so vermehrte sich die Abweichung noch um einen Tag, und im Jahre 1800 abermals um einen Tag, und daher rührt es, daß

jetzt der, noch in Rußland geltende, Julianische Calender erst den 1. Januar hat, wenn unser 13ter ist, weswegen auch die russischen Nachrichten in Rücksicht der Monatstage, an welchen eine Begebenheit vorgefallen ist, nicht mit unsrer Art zu rechnen übereintreffen, sondern um 12 Tage davon abweichen.

Neunzehnter Brief.

am 16. Nov.

Wenn man sagt, die Sonne kehre nach 365 Tagen und etwa 6 Stunden zu eben dem Puncte des Himmels zurück, so muß man zuerst nicht zu bemerken vergessen, daß dies mittlere Sonnenzeit ist, dann aber auch noch eine Frage beantworten, die man hier, nicht ohne Grund, aufwerfen möchte. Der Ausdruck nämlich, die Sonne kömmt zu demselben Puncte des Himmels zurück, hat wirklich einen doppelten Sinn, und man kann fragen: ist die Zeit von einer Nachtgleiche bis zur andern genau gleich dem Zeitraume, welcher verfließt, bis die Sonne

zu einerlei Sterne zurückkehrt? — und, wenn das nicht ist, nimmt man dann jenen oder diesen Zeitraum für ein Sonnenjahr an? Indeß, die letzte Frage werden Sie leicht selbst beantworten; denn da im menschlichen Leben alles nicht sowohl davon abhängt, bei was für einem Sterne die Sonne steht, sondern davon, welche Lage sie gegen den Aequator hat, und welche Höhe sie an irgend einem Orte erreicht, so ist es natürlich, daß die Rückkehr der Sonne zur Nachtgleiche uns wichtiger ist, als die Rückkehr zu einem bestimmten Sterne, und daß wir die Dauer eines Jahres nach jener Erscheinung bestimmen. Dieses so bestimmte Sonnenjahr ist wirklich etwas, obgleich höchst wenig, verschieden von der Zeit, welche die Sonne gebraucht, um zu eben dem Sterne zurückzukehren; denn der Durchschnittspunct des Aequators mit der Ecliptik bleibt nicht beständig unverrückt bei demselben Sterne.

Der Weg, welchen die Sonne unter den Sternen zu nehmen scheint, oder die Ecliptik, bleibt immer fast völlig einerlei, so daß fast mit der äußersten Genauigkeit die Sonne alle Jahre an denselben Sternen vorbeigeht; aber

der Punct, wo der Aequator diesen unverändерlichen Kreis schneidet, bleibt nicht immer derselbe, sondern kömmt allmählig etwas mehr nach Westen zu stehen, weil der Aequator nicht genau immer durch dieselben Sterne geht, sondern seine Lage jährlich regelmäßig um etwas verrückt. So unbedeutend diese Verrückung in dem Zeitraume eines Jahres ist, so wird sie doch, weil sie unaufhörlich fortdauert, endlich sehr merklich, und bringt die Erscheinung hervor, welche man das Zurückgehen des Nachtgleichen-Punctes zu nennen pflegt. — Ein Zurückgehen nennt man es darum, weil dieser Punct zu westlichern Sternen hinrückt, und man einmal eingeführt hat, diese Bewegung als rückwärts zu betrachten, statt daß man die nach Osten als vorwärts gehend ansieht, weil dieses die Hauptrichtung der Sonne, des Mondes und der Planeten ist.

Die Aenderung in der Lage des Aequators rührt davon her, daß der Pol der Erde nicht immer völlig genau nach demselben Sterne gerichtet ist, oder, wenn wir noch die Vorstellung, daß die hohle Himmelskugel sich um uns dreht, beibehalten wollen, — davon, daß der

Pol des Himmels nicht genau bei einerlei Sterne bleibt, sondern sich zwar höchst langsam, aber doch so, daß es in Jahrhunderten merklich wird, von der Stelle unter den Sternen entfernt, welche er jetzt einnimmt. Daß mit dieser Verrückung des Poles auch der Aequator sich ändert, ist von selbst einleuchtend, und von ihr hängt die kleine jährliche Aenderung in der Lage des Nachtgleichen-Punctes ab.

Diese Erscheinung des Zurückgehens des Nachtgleichen-Punctes ist für die dem Nichtastronomen in die Augen fallenden Ereignisse etwas gänzlich Unbedeutendes, da die Verrückung jenes Punctes erst in 36 Jahren so viel als die Breite des Vollmondes beträgt; aber dennoch ist diese Erscheinung gar nicht unwichtig, da sie Ursache ist, daß der Nachtgleichen-Punct jetzt in einem ganz andern Sternbilde liegt, als vor 2000 Jahren. Damals, als die griechischen Astronomen vor etwa so langer Zeit die Lage des Nachtgleichen-Punctes bestimmten, lag er im Sternbilde des Widders, jetzt schon in den Fischen, und die Erscheinungen der Sterne sind daher jetzt um die Zeit des längsten

Tages oder zu jeder bestimmten Jahreszeit schon merklich anders als in jenen uralten Zeiten.

Hieraus wird Ihnen eine Behauptung erklärlich werden, die vor mehrern Jahren viel Aufsehen machte, nämlich die Franzosen hätten bei ihrer Expedition nach Aegypten dort Abbildungen des Thierkreises gefunden, die mehrere Jahrtausende vor den Zeiten, welche unsre bisherige Geschichtforschung umfaßt, verfertigt sein müßten, woraus also erhelle, daß die Aegypter schon in jenen frühen Zeiten große Astronomen gehabt hätten. — In den Abbildungen des Thierkreises oder der Eintheilung der Ecliptik nach den Sternbildern, durch welche sie geht, ist man nämlich gewohnt, die Puncte der Nachtgleichen, und die Puncte, wo die Sonne sich am längsten und kürzesten Tage befindet, bemerkt zu sehen, und man glaubte an jenen Abbildungen Zeichen hiefür in denjenigen Sternbildern zu finden, wo diese Puncte mehrere Jahrtausende vor den Zeiten, auf die unsre Weltgeschichte sich erstreckt, gelegen haben müßten. Aber eine genauere Untersuchung zeigte, daß jene Behauptung viel zu voreilig gewesen war, indem sich aus den sehr unvollkommenen

Abbildungen gar nichts mit Sicherheit über die Lage des Nachtgleichen-Punctes ableiten ließ, und daß mithin die ganze Rechnung von selbst zerfiel. So zeigte sich, daß alles, was man über das hohe Alter dieser Abbildungen gesagt hatte, falsch war, daß man nämlich richtig geschlossen, aber bloß darin gefehlt hatte, daß man — nicht recht zusah. *)

Mein heutiger Brief würde zu lang werden, wenn ich das, was ich noch über den Calender zu sagen habe, hinzufügen wollte: dieses soll daher den Inhalt meines nächsten Briefes ausmachen. Ich werde dann wieder auf andre Gegenstände kommen, und sehr bald zu der wahren Erklärung der Erscheinungen gelangen.

*) Auf dieses Zurückgehen des Nachtgleichen-Punctes muß man eigentlich auch bei Bestimmung der Länge des Sternentages Rücksicht nehmen, indem, strenge genommen, die Zeit zwischen zwei Meridiandurchgängen des Nachtgleichen-Punctes nicht mit der für einerlei Stern geltenden Zeit übereinstimmt; aber dieser Unterschied ist so höchst geringe, daß er hier keine Erwähnung verdiente.

Zwanzigster Brief.

am 22. Nov.

Die Bemerkung, daß die jährliche Rückkehr der Sonne zu einerlei Stellung am Himmel so ziemlich mit 12 Mondwandelungen übereinkömmt, veranlaßte bei einigen Völkern eine andre Eintheilung der Zeit, als die unsrige ist, indem sie 12 Mondwechsel für ein Jahr annahmen, und so die Länge des Jahres auf 354 Tage bestimmten. Die Zeit nämlich, welche zwischen zwei Neumonden, oder überhaupt zwischen zwei gleichen Erscheinungen des Mondes in Rücksicht seines leuchtenden Theiles verfließt, ist 29 Tage, 12¾ Stunden mittlerer Sonnenzeit, und das zwölffache dieses Zeitraums macht 354 Tage 9 Stunden aus. Diese Jahre, die noch bei den Juden üblich sind, haben also 11 Tage weniger als die Sonnenjahre, und man ist deshalb genöthigt, wenn die Nachtgleichen immer in einerlei Monate fallen sollen, etwa alle 3 Jahre einen ganzen Monat von 29 oder 30 Tagen einzuschalten, welches auch im Calender der Juden geschieht, und daher manchem ihrer Jahre 13 Monate giebt.

Für uns ist die Vergleichung dieser Mondenjahre mit dem eigentlichen Sonnenjahre dadurch noch merkwürdig, daß sie uns zur Bestimmung der Tage, an denen der Neumond, Vollmond u. s. w. eintritt, dienen kann, und daß auf ihr die Berechnung, wann wir Ostern haben, beruht. Das Osterfest soll nämlich nach einer sehr alten Anordnung, der wir noch immer Folge leisten, am Sonntage, der dem ersten Vollmonde nach Frühlings-Anfang oder der Frühlings-Nachtgleiche unmittelbar folgt, gefeiert werden. Da nun der Frühlings-Anfang zwar immer auf den 21. März fällt, aber der Vollmond alle Jahre auf einen andern Tag, so ist das Osterfest nicht immer zu einerlei Zeit, sondern kann einmal am 22. März, und ein andres Mal am 25. April fallen. Weil die Zeit von 12 Mondwechseln um 11 Tage kürzer ist als unser Jahr, so folgt, daß der Vollmond 1808 auf den 12. März fällt, wenn er 1807 auf den 23. März fiel; in diesem letztern Jahre ist der Vollmond am 23. März schon im Frühlinge, und das Osterfest wird also am ersten Sonntage nach dem 23. März gefeiert; hingegen ist 1808 der

12. März noch nicht im Frühlinge, und man muß daher den nächsten Vollmond am 11. April abwarten, und erst an dem folgenden Sonntage das Osterfest ansetzen. Da der Vollmond immer 11 Tage früher in jedem nächsten Jahre erfolgt, so ist 1809 der Vollmond am 31. März derjenige, auf welchen das Osterfest folgt, hingegen 1810 fällt am 20. März, also ganz nahe vor der Nachtgleiche, der Vollmond, und das Osterfest wird erst nach dem nächsten Vollmonde, welcher auf den 19. April trifft, gefeiert, wir haben also dann eine sehr späte Ostern.

Allemal nach 19 Jahren kommen die Vollmonde wieder auf dieselben Monatstage, und folglich fällt dann auch der Ostervollmond auf eben den Tag, wie 19 Jahre früher; indeß ist damit nur die ohngefähre Zeit des Osterfestes übereinstimmend, und der Tag, an welchem Ostern gefeiert wird, ist nicht nach 19 Jahren immer genau derselbe. Dieses rührt daher, weil nicht grade nach 19 Jahren derselbe Monatstag ein Sonntag ist, und deshalb hat die genaue Bestimmung des Osterfestes noch eine zweite, jedoch leicht zu hebende Schwierigkeit.

Unsre Calender enthalten gewöhnlich vornan ein Verzeichniß derjenigen Zahlen, welche man die chronologischen Kennzeichen eines Jahres zu nennen pflegt, nämlich die güldne Zahl, die Epacten, und den Sonntagsbuchstaben; ich hoffe, daß es Ihnen nicht unangenehm ist, wenn ich zur Erklärung dieser Ausdrücke noch etwas Weniges hier beifüge. Man versteht unter dem Mondescirkel die Reihe von 19 Jahren, in welchen der Neumond immer auf andre Monatstage fällt, und die güldne Zahl zeigt an, das wievielste Jahr des Mondcirkels irgend ein Jahr ist. Das Jahr 1805 hatte die güldne Zahl 1, oder war das erste des Mondescirkels, weil der Neumond auf den 1. Januar fiel, und Sie übersehen nun, wie man aus der goldnen Zahl bestimmen kann, auf welchen Tag der Neumond fällt. Um indeß dieses zu erleichtern, giebt der Calender die Epacte an, welche unmittelbar bestimmt, wieviel Tage vor dem 1. Januar für das Mal der Neumond fiel; die Epacte ändert sich daher jährlich um 11; — im Jahre 1808 ist sie 3, weil der letzte Neumond des Jahres 1807 auf den 29. Dec., 3 Tage vor Neujahr, fällt.

Der Sonnencirkel ist eine Periode von 28 Jahren, nach welcher immer die Sonntage wieder auf einerlei Monatstag fallen. Es kömmt zwar schon nach wenigern Jahren wohl einmal der Sonntag auf eben den Monatstag, z. B. 1804 und 1809 trifft der 1 Januar auf einen Sonntag, aber schon 1805 und 1810 stimmen nicht überein, weil 1804 ein Schaltjahr war; es ist nämlich der 1. Januar 1805 ein Dienstag, 1810 ein Montag; erst nach 28 Jahren bleibt diese Uebereinstimmung fortdauernd. Der Calender giebt an, das wievielste Jahr des Sonnencirkels irgend eines ist. Um aber die Bestimmung der Sonntage zu erleichtern, hat man noch die Sonntagsbuchstaben eingeführt. Bezeichnen Sie die Tage des ganzen Jahres nach der Reihe mit den sieben Buchstaben A bis G, so daß 1. Jan. A; 2. Jan. B; 3. Jan. C; 4. Jan. D; 5. Jan. E; 6. Jan. F; 7. Jan. G; 8. Jan. A; 9. Jan. B u. s. w. heißt, so giebt der Sonntagsbuchstabe Ihnen sogleich die Sonntage an. Für 1806 ist der Sonntagsbuchstabe E, und also der 5. Januar ein Sonntag, wornach sich dann alle Sonntage bestimmen lassen. Im Schaltjahre z. B. 1808 giebt

der Calender zwei Sonntagsbuchstaben an, dieses rührt daher, weil der Schalttag, für den man immer den 24. Februar annimmt, keinen Buchstaben hat. Wenn man nämlich die Tage so fort benennt, wie ich vorhin für die ersten Tage des Jahres angab: so erhalten die letzten Tage des Februars im Schaltjahre folgende Buchstaben: 21. Febr. C; 22. Febr. D; 23. Febr. E; 24. Febr. Schalttag; 25 Febr. F; 26. Febr. G; 27. Febr. A; 28. Febr. B; 29. Febr. C. Ist nun wie 1808 für den Anfang des Jahres der Sonntagsbuchstabe C, so ist der 21. Febr. ein Sonntag, und also der 28. wieder ein Sonntag, dieser hat aber B, und es gilt daher nach dem 24. Febr. für dies Jahr immer der Sonntagsbuchstabe B.

Doch diese Calendermacherei wird Ihre Geduld wohl ermüdet haben, und es ist gut, daß ich fertig bin. Ganz weglassen wollte ich dieses Capitel nicht, weil die Ausdrücke im Calender Ihnen doch einmal würden aufgefallen sein, und es hier die beste Stelle war, um auf einmal ganz hiermit fertig zu werden.

Ein und zwanzigster Brief.

am 3. December.

Eine der wichtigsten Fragen, zu deren Beantwortung die Astronomie uns behülflich sein muß, und welche schon aus den bisher erklärten Kenntnissen sich beantworten läßt, ist die Bestimmung der Lage des Ortes, wo wir uns auf der Erde befinden. Nicht bloß der Astronom wirft die Frage auf, in welchem genauen Puncte auf der Erde er sich befinde, sondern jeder Wißbegierige findet sie interessant, und der Seefahrer insbesondere fühlt oft, daß Glück und Leben von ihrer Beantwortung abhänge. Freilich treten oft Fälle ein, wo dem Schiffer im gefährlichsten Zeitpuncte die Astronomie ihren Dienst versagt, wo er im lange dauernden Sturme keine Sonne und kein Gestirn an dem bewölkten Himmel erblicken kann; aber in den gewöhnlichen Fällen leistet sie ihm doch die entschiedensten und wichtigsten Dienste, zumal da die Bestimmungen, zu welchen sie ihn leitet, weit sicherer sind, als alle, deren er sich etwa sonst auf offnem Meere, wo keine Küste ihm sichtbar ist, bedienen könnte. Es giebt zwar auch außer den astronomischen

einige

einige andre Hülfsmittel, wodurch der Schiffer bestimmt, wie weit, und nach welcher Richtung er sich von dem Orte seiner Abreise entfernt hat, indem er nach dem Compasse die Richtung, und nach der ohngefähren Geschwindigkeit seines Schiffes die Entfernung angiebt, wohin sein Schiff nach und nach gelangt, und sich daraus eine Art von Charte entwirft; aber diese Bestimmung ist schon an sich unsicher, und wird es noch mehr, wenn Seeströme, die er nicht bemerkt, weil sie ihn selbst, und alle neben ihm schwimmende Körper gleich schnell fortreißen, auf die Bewegung seines Schiffes bedeutenden Einfluß haben. Doch von diesen Mitteln wollte ich nicht reden, sondern nur von den astronomischen.

Der Punct, wo irgend ein Ort sich auf der Erde befindet, wird durch seine geographische Länge und Breite bestimmt. Stellen Sie sich um die ganze Erde, die wir als eine Kugel betrachten, mehrere Kreise so gezogen vor, (Fig. 20) daß sie durch beide Pole gehen, so schneiden diese den Aequator AQ in L und N; und irgend ein Punct M jener Kreise ist seiner Lage nach genau bekannt, wenn

man erstlich den Punct N kennt, wo der durch ihn und beide Pole gehende Kreis den Aequator schneidet, und wenn man zweitens weiß, wie weit M auf diesem Kreise vom Aequator abliegt. Jene durch die beiden Pole gehenden Kreise heißen Meridiane oder Mittagskreise auf der Erdkugel, und Sie werden sich diesen Namen leicht erklären, und mit dem, was am Himmel der Meridian heißt, in Verbindung setzen können, wenn ich Ihnen sage, daß alle auf einerlei Erdmeridiane liegende Orte unter demselben Meridiane der Himmelskugel liegen. In dem Augenblicke nämlich, da ich den Sirius genau im Meridiane sehe, erscheint dieser auch allen denen im Meridiane, welche auf dem durch beide Pole und meinen Beobachtungspunct gezogenen Kreise oder mit mir auf einerlei Meridiane der Erde wohnen. Einen dieser Meridiane z. B. PLS nimmt man für den ersten an, das heißt, man nimmt seinen Durchschnitt L mit dem Aequator als einen bekannten Punct an, um davon an die Entfernungen der Durchschnittspuncte, wo andre Meridiane den Aequator durchkreuzen, zu rechnen. Ich werde, wie es jetzt am gebräuchlichsten ist, um immer be-

stimmt reden zu können, den Pariser Meridian, oder genauer den durch die kaiserliche Sternwarte in Paris gehenden Meridian als den ersten annehmen. Haben wir dieses festgesetzt, so heißt geographische Länge des Ortes M: der Bogen LN des Aequators, welcher zwischen dem Pariser und dem durch diesen Ort gehenden Meridiane liegt, und geographische Breite des Ortes: der auf dem Meridiane selbst genommene Bogen MN zwischen demselben Orte und dem Aequator. Wir beziehen hierdurch alle Orte auf den Aequator und auf den Punct, wo der Pariser Meridian ihn schneidet, und geben durch die Breite an, wieviel Grade er senkrecht vom Aequator entfernt ist, durch die Länge aber bestimmen wir ebenfalls in Graden den Punct des Aequators, neben welchem der Ort liegt. Diese Bestimmung ist also in Beziehung auf den Erdäquator grade eben das, was die Bestimmung der Lage eines Sternes durch seine astronomische Länge und Breite in Beziehung auf die Ecliptik war.

Wie wir die Breite eines Ortes bestimmen, das habe ich Ihnen schon ehemals gelegentlich gesagt, denn die Breite ist mit der Höhe des

Himmelspoles über dem Horizonte ganz genau gleich, wenn die Erde eine Kugel ist. Ich halte es kaum für nöthig, Ihnen dieses noch umständlicher zu erläutern, doch verdient die Sache es wohl, daß wir ihr noch etwas Aufmerksamkeit schenken. Ein Beobachter auf dem Aequator der Erde sieht die Pole des Himmels genau im Horizonte, daher ist für ihn die Höhe des Poles Null, und auch seine Breite ist Null, indem er gar nicht vom Aequator entfernt ist. Ginge derselbe Beobachter auf einerlei Meridiane bis zum Pole fort, so erscheint ihm, indem er im Pole der Erde ist, der Pol des Himmels im Zenith, oder 90 Grade hoch, und seine Breite ist nun auch 90 Grade, weil er um ein Viertel des Kreises vom Aequator entfernt ist. Da auf einer Kugel die Krümmung gleichförmig ist, so verrückt sich das Zenith des auf demselben Meridiane fortgehenden Beobachters um gleich viel, wenn er gleiche Wege zurücklegt, und es erhellt hieraus, daß er um $\frac{1}{90}$ des Bogens PN vom Aequator entfernt, oder daß seine Breite 1 Grad ist, wenn der Pol 1 Grad hoch über seinem Horizonte steht u. s. w.

Um die Höhe des Poles zu bestimmen,

hat man aber nicht grade nöthig, die nördlichen Sterne bei ihrem zweimaligen Durchgange durch den Meridian zu beobachten, sondern man kann dieselbe aus der Meridianhöhe jedes bekannten Sternes oder auch der Sonne herleiten, wenn man die Stellung derselben genau kennt. Ich will zur Erläuterung nur annehmen, der Schiffer beobachte mitten auf dem Meere die größte Höhe der Sonne grade zu der Zeit, da die Sonne im Aequator steht: so lernt er hiedurch für den Ort, wo er sich grade befindet, die Höhe des Punctes kennen, wo der Aequator seinen Meridian schneidet, und kann, weil der Pol 90 Grade davon abliegt, auch die Lage des Poles angeben. Eine ähnliche Ueberlegung würde ihn die Lage des Poles mit Hülfe der Mittagshöhe der Sonne kennen lehren, wenn er sie grade dann beobachtete, wenn sie 10 Grade nördlich vom Aequator steht, und er ist daher im Stande, jede Mittagshöhe der Sonne zu Bestimmung der Breite zu benutzen, weil er in seinem Calender immer die genaue Stellung der Sonne für den Tag seiner Beobachtung bemerkt findet. Ja, er hat nicht einmal nöthig, sich auf Be-

obachtungen bloß im Meridiane einzuschränken, die bei veränderlichem Wetter leicht fehlschlagen könnten, sondern jede zwei oder drei, auch außer dem Meridiane gemessene, Sonnenhöhen können ihm zu Bestimmung der Breite dienen, wenn er sich nur die Zeit nach einer guten Uhr bemerkt, die zwischen den Beobachtungen verflossen ist. Die Benutzung solcher Beobachtungen erfordert freilich eine umständlichere Rechnung; indeß werden Sie doch so viel im Allgemeinen leicht übersehen, daß die Sonne, wenn sie z. B. im Aequator steht, in der Zeit von 8 bis 10 Uhr Morgens ihre Höhe in Cadix mehr ändert, als z. B. in Archangel, wo sie von 6 bis 12 Uhr in allem nur 27 Grade steigt, statt daß sie in Cadix etwa die doppelte Höhe erreicht; und hieraus erhellet dann die Möglichkeit, aus solchen Beobachtungen die Gegend zu bestimmen, wo man sich befindet.

Ueber die Instrumente, deren man sich bei den Beobachtungen bedient, werden Sie wohl keine weitere Nachrichten erwarten, obgleich sie sich etwas von den feststehenden unterscheiden, die ich Ihnen schon einmal beschrieben habe. Dagegen sollte ich wohl etwas über die kleinen

Correctionen sagen, die nöthig sind, um aus der beobachteten Höhe der Sonne oder eines Sternes die genaue Breite des Ortes herzuleiten. Diese Correctionen betreffen erstlich die scheinbare Sonnenhöhe selbst, weil diese dadurch etwas geändert wird, daß die Sonnenstrahlen durch die Atmosphäre gehen, zweitens betreffen sie den aus der Sonnenhöhe oder der Polhöhe abgeleiteten Abstand des Ortes vom Aequator. Von der erstern werde ich Sie noch einmal besonders unterhalten; von der zweiten aber glaube ich Ihnen schon früher, wo von der Figur der Erde die Rede war, so viel mitgetheilt zu haben, als zur allgemeinen Uebersicht nöthig ist, und da ich schwerlich glaube, daß Sie geneigt sind, eigene Beobachtungen der Art anzustellen, so halte ich es für unnöthig, auf eine detaillirte Anweisung, wie man die wahre Breite auf der nicht genau kugelförmigen Erde bestimmt, mich einzulassen. Ich werde also das nächste Mal sogleich zu Bestimmung der Länge übergehen.

Zwei und zwanzigster Brief.

am 9. Dec.

So eben erhalte ich Ihren Brief vom 7ten, welcher die Beantwortung meiner Briefe über den Calender enthält, und ich kann nicht unterlassen, Ihnen sogleich für die Güte zu danken, mit welcher Sie mich über die Besorgniß, daß ich Ihre Geduld ermüden möchte, zu beruhigen suchen. Wenn ich nicht Ihre Liebe für wissenschaftliche Unterhaltung kennte, so würde ich gewiß bei manchem Gegenstande mich noch weit mehr in Verlegenheit befinden, oder vielmehr, ich würde es dann gar nicht unternommen haben, diese Briefe zu schreiben. Wenn ich Ihnen auch noch zehn Briefe über ähnliche Materien geschrieben hätte, sagen Sie, so würden Sie doch nicht die mindeste Versuchung fühlen, statt der Briefe nach einem der faden Romane zu greifen, welche Sie so oft bei manchen Damen finden. Wie man an solchen Geschichten von Rinaldo Rinaldini, und ähnlichen Geschmack finden kann? — Freuen Sie sich, meine theure Freundinn, daß Sie die Leerheit des Geistes, die Unzufriedenheit mit sich selbst nicht kennen, welche

die gewöhnliche Ursache ist, warum man zu solcher Zerstreuung seine Zuflucht nimmt; freuen Sie sich, daß Sie nie sich selbst zu entfliehen wünschen durften, sondern immer Thätigkeit des Geistes und ein ruhiges Gemüth, das in sich selbst die Quelle der Heiterkeit findet, für das größte Glück hielten, und sich dieses Glück eigen zu machen suchten.

* * *

Die Bestimmung der geographischen Länge, oder der Entfernung irgend eines Meridianes von dem als bekannt angenommenen ersten Meridiane hat etwas mehrere Schwierigkeit, als die Bestimmung der Breite, und hatte sie besonders ehemals, als es noch an Uhren, die Monate lang einen gleichförmigen Gang behielten, fehlte, und als man die Bewegung der Himmelskörper, besonders des Mondes noch nicht so genau kannte. Wenn Sie sich die kugelförmige Erde vorstellen, so wird es Ihnen von selbst klar sein, daß die Sonne, wenn sie uns östlich vom Meridiane erscheint, denjenigen Orten, die etwas ostwärts von uns liegen,

näher beim Meridiane, und einigen derselben grade im Meridiane erscheinen muß, daß es also in jedem Augenblicke Orte auf der Erde giebt, wo es grade Mittag ist. Auch das ist leicht zu übersehen, daß die Orte, welche eine Stunde früher als wir Mittag haben, um doppelt so viel in Länge von uns verschieden sind, als die, deren Mittag nur eine halbe Stunde eher als bei uns eintritt, und daß also die Zeit des Mittags-Unterschiedes zu einem richtigen Maaße für den Längen-Unterschied zweier Oerter dient. Aber eine andere Bemerkung muß ich wohl hier noch einschieben. Zwei Orte, die auf demselben Meridiane liegen, oder gleiche Länge haben, sind allemal gleich weit von einander entfernt, wenn ihre Breite um gleichviel verschieden ist, und es ist hierbei gleichgültig, ob diese beiden Orte dem Pole oder dem Aequator nahe liegen, sobald man die Erde als eine genaue Kugel betrachtet, und auf den geringen Unterschied, welcher aus ihrer Abplattung an den Polen entspringt, nicht sieht; dagegen ist durch den Längen-Unterschied zweier Puncte auf der Erde, die in gleicher Breite liegen, ihre Entfernung

von einander gar nicht bestimmt. Ziehen Sie durch den Ort M (Fig. 20) den Meridian PMS, und lassen PLS einen andern Meridian, z. B. den Pariser Meridian, bedeuten, so haben die auf einerlei Parallelkreise OMR liegenden Orte gleiche Breite; Sie übersehen aber leicht, daß die Entfernung der beiden Orte S und M oder S und m, deren Längen-Unterschied gleich ist von einander, desto geringer sein wird, je näher wir diese Orte dem Pole nehmen.

Um den Unterschied der Länge zweier Oerter durch astronomische Beobachtungen zu bestimmen, kömmt es bloß darauf an, zu wissen, wieviele Zeit nach dem Mittage des einen Ortes verfließt, ehe es am andern Orte Mittag ist. Das leichteste Mittel, um dieses zum Beispiel für Bremen und Paris zu erfahren, wäre, daß man eine Uhr, die einen ganz accuraten Gang hätte, in Bremen genau auf 12 Uhr stellte, indem grade ein bekannter Stern im Meridiane steht, und nun mit der Uhr nach Paris reiste, um zu sehen, wieviel sie dort zeigt, wenn eben der Stern einmal wieder dort im Meridiane ist; man würde finden, daß sie etwa 26 Minuten über zwölf Uhr zeigt, indem dies geschieht, wenn

die Uhr so eingerichtet wäre, daß sie in Bremen allemal genau wieder 12 Uhr angäbe, wenn jener Stern culminirt, oder wenn sie genau nach Sternenzeit ginge. Auf diese Weise fände man den Mittags-Unterschied genau, und könnte daraus leicht auch den Längen-Unterschied in Graden herleiten, wenn man weiß, daß 1 Stunde Mittags-Unterschied 15 Grade in der Länge beträgt, weil 24 Stunden mit dem ganzen Umfange übereinkommen müssen. Man bedient sich zu dieser Vergleichung lieber der Sterne als der Sonne, weil die ungleiche Bewegung der Sonne schon Correctionen nöthig machen würde, durch welche man bestimmte, zu welcher Minute und Sekunde die Sonne grade an dem Tage in Bremen im Meridiane steht, da man sie in Paris beobachtet. Daß die Uhren, welche man so gebrauchen will, um, wie man wohl sagt, die Bremische Zeit nach Paris zu bringen, vorzüglich gut sein müssen, bedarf wohl keiner Erwähnung. Lange war es eine Aufgabe für die Mechaniker, Uhren, die so sicher gingen, zu verfertigen, und man hatte, besonders in England, große Preise auf die Erfindung solcher Uhren gesetzt. Man besaß wohl Uhren, die genau genug gin-

gen, um an einerlei Orte zu Vergleichung astronomischer Beobachtungen zu dienen; aber diese ließen sich, weil sie des Pendels bedurften, nicht so transportiren, daß sie während der Reise im Gange blieben, und am wenigsten in einem regelmäßigen Gange. Harrison war der erste, dem es gelang, die durch eine gewundene Feder regulirten Uhren (zu denen auch unsre gewöhnlichen Taschenuhren gehören) so einzurichten, daß sie nicht bloß auf Reisen einen hohen Grad von Genauigkeit behielten, sondern auch durch Hitze und Kälte nicht bedeutend in ihrem Gange geändert wurden. Nach ihm haben die Künstler es hierin noch weiter gebracht, und man verfertigt jetzt, vorzüglich in England, solche Uhren unter dem Namen von Zeitmessern, Chronometern (oder englisch time-keepers) von großer Vollkommenheit. Auch haben sich alle seefahrende Nationen, und ganz besonders die Engländer beeifert, die Vervollkommnung dieser Uhren und aller Methoden, die dazu dienen, die Länge auf dem Meere genau zu bestimmen, durch große Preise zu befördern, weil es für den Schiffer so sehr wichtig ist, außer der Breite, in welcher er sich befindet, und die er mit Leichtigkeit

bestimmen kann, auch die Länge für diesen Punct anzugeben, welches sich lange Zeit nicht mit hinlänglicher Genauigkeit ausführen ließ.

Ob man aber gleich durch solche Uhren die Länge sehr genau bestimmen kann, so hat man doch immer gesucht, auch andere Methoden, welche zu diesem Zwecke führen, aufzufinden, und möglichst zu vervollkommnen; denn theils können jene kostbaren Uhren nie so in allgemeinen Gebrauch kommen, als es für diejenigen, welche weite Seereisen machen, zu wünschen ist, und theils sind doch alle menschlichen Kunstwerke nie ganz ohne Fehler, und diese Fehler, so klein sie auch sein mögen, stehen doch der Genauigkeit im Wege, welche man in astronomischen Angaben zu erreichen wünscht, und zu erreichen im Stande ist. Von andern Methoden ist folgende die einfachste: Stellen Sie sich vor, es sei möglich, ein Signal zu geben, welches man in Paris und in Bremen, um bei unserm Beispiele zu bleiben, bemerken könnte; an jedem der beiden Orte sei ein Beobachter, der die Zeit, wann er das Signal bemerkt, nach einer genau gehenden Uhr anzeichnet, und diese Uhr sei in Bremen so gestellt, daß sie 12 zeigt, wenn der

Nachtgleichenpunct im Meridiane steht, in Paris aber so, daß 12 Uhr mit dem dortigen Durchgange eben des Punctes durch den Meridian übereinstimmt. Beide Uhren gehen nun nicht überein, sondern die Pariser Uhr merklich später; aber das Signal, welches die Beobachter zugleich sehen, giebt ihnen einen gleichen Augenblick an, wornach sie ihre Uhren vergleichen können; denn wenn der Bremische Beobachter das Signal um 5 Uhr 7 Minuten nach seiner Sternenzeit bemerkt, und es ist in eben diesem Augenblicke nach der Pariser Uhr 5 Uhr 33 Minuten Sternenzeit, so weiß man ohne Weiteres, daß der Mittags-Unterschied 26 Minuten beträgt.

Aber, werden Sie fragen, wie sind denn Signale möglich, die man in Paris und Bremen zugleich bemerken könnte? — Solche Signale giebt es indeß wirklich. Die Mondfinsternisse zum Beispiel, welche sich in demselben Augenblicke überall gleich zeigen, können hierzu dienen, wenn mehrere Beobachter den Augenblick bemerken, wenn irgend ein Flecken des Mondes grade vom Schatten verdeckt wird. Man würde diese Finsternisse zu sehr genauen Längenbestim-

mungen gebrauchen können, wenn der Schatten, welchen die Erde auf den Mond wirft, ganz genau begrenzt wäre; aber dies ist nicht der Fall, sondern den dunkelsten Theil des Schattens umgiebt allemal ein verwaschener Rand, der sich allmählig verliert, und gar keine ganz scharf abgeschnittene Grenze zeigt. Dieser Halbschatten, welcher eine ganz genaue Bestimmung des Augenblicks, da irgend ein Punct in den Schatten tritt, hindert, entsteht daher, weil nicht an allen Puncten auf dem Monde die Sonne ganz von der Erde bedeckt wird; sondern nur da, wo der Schatten am dunkelsten ist, würde man nichts von der Sonne sehen, an den Grenzen des Schattens aber sieht man immer mehr von der Sonne, je weiter man sich von dem vollen Schatten entfernt, und der Schatten muß also gegen die Grenzen zu immer matter werden, und sich gleichsam verwaschen zeigen. Auch trägt die Atmosphäre, welche die Erde umgiebt, dazu bei, den Schatten der Erde weniger schwarz zu machen, wovon ich Ihnen gelegentlich wohl einmal mehr sage.

In Rücksicht des völlig momentanen Erscheinens und Verschwindens, worauf es doch hierbei vor-

vorzüglich ankömmt, giebt es kein besseres Signal, als die Sternschnuppen, und da es unter diesen manche giebt, die über ganze Länder, ja einige, die über mehr als halb Europa sichtbar sind: so wäre es immer der Mühe werth, sie zu Längenbestimmungen zu gebrauchen. Das Unangenehme bei diesen Erscheinungen ist freilich, daß man die Zeit ihrer Entstehung nicht voraus weiß, daß man also oft vergebens wartet, und besonders, daß man unter vielen beobachteten Sternschnuppen oft kaum eine finden möchte, die grade auch von einem andern Beobachter gesehen, und nach der Uhr angemerkt ist. Aber diese Unannehmlichkeit würde verschwinden, wenn mehrere Astronomen ihre Aufmerksamkeit auf diese Erscheinungen richteten; und wenn dies allenfalls in bestimmten Stunden von vielen Astronomen geschähe, so würde die große Genauigkeit, welche man dadurch in der Angabe des Längen-Unterschiedes erlangen könnte, gewiß für den etwas unangenehmen Zeitverlust reichlich entschädigen. Bei Orten, die nicht weit aus einander liegen, hat man Signale, die den Sternschnuppen ganz ähnlich sind, nämlich

schnell aufbrennende Feuersignale, wirklich gebraucht, und damit die Längen-Unterschiede sehr genau bestimmt.

Eine der wichtigsten Methoden zur Längenbestimmung, die auch auf der See, und ohne daß man Nachricht von gleichzeitigen Beobachtungen nöthig hat, gebraucht werden kann, ist die Beobachtung des Mondes. Sie müssen sich nämlich vorstellen, daß man die Bewegung des Mondes genau genug kennt, um für jeden Tag und jede Stunde voraus zu berechnen, bei welchem Sterne er steht; da nun seine Bewegung unter den Sternen so merklich ist, daß man mit Hülfe guter Instrumente von Minute zu Minute die Aenderung seiner Lage bemerken kann, so dient auch die bestimmte Stellung des Mondes gegen die Sterne statt eines Signals, und zeigt dem Schiffer mitten auf der See an, daß es jetzt in Paris oder London genau soviel Uhr ist, als sein voraus berechneter Calender für diese Stellung des Mondes angiebt. Diese Beobachtungen des Mondes, wobei man indeß auch darauf Rücksicht nehmen muß, daß der Mond an verschiedenen Orten der Erde nicht bei einerlei Sternen erscheint, und die daher sehr

viele Kenntniß von der wahren Entfernung und Bewegung des Mondes voraus setzen, gehören zu denen, welche für den Schiffer die allernützlichsten sind, indem sie auch demjenigen Schiffer zu Statten kommen, der keine so äußerst accurate Uhren, wie die Chronometer sind, besitzt, sondern nichts erfordern, als daß der Schiffer bestimme, wie viel Uhr nach wahrer Sternenzeit oder Sonnenzeit es bei ihm ist, wenn er den Mond in einer gewissen Stellung sieht. Etwas mehr Rechnung erfordern diese Beobachtungen zwar, als die mit dem Chronometer, aber die scheuet gewiß niemand, der die Wichtigkeit des Resultates kennt, und weiß, daß er auf diesem Wege ganz sicher seinen Zweck erreicht.

So also gelangt man dahin, die genaue Lage eines jeden Punctes auf der Erde anzugeben, und ist durch diese Hülfsmittel auch im Stande, alle Länder und Meere in völlig genauen Charten darzustellen.

Mein Brief ist heute etwas lang geworden, weil ich diese Materie zu beendigen wünschte; das Vertrauen auf Ihre Geduld macht mich auch allmählig kühner, und ich vertiefe mich

daher ohne Bedenken in den Gegenstand, ohne viel auf Schmuck zu denken, und auf Mittel, um gähnende Leser, die ich glücklicher Weise nicht habe, wach zu erhalten. Erinnern Sie mich aber ja, wenn ich meine Sorglosigkeit zu weit treibe, und mich zu sehr bei Dingen aufhalte, die Ihnen gleichgültig sind.

Drei und zwanzigster Brief.

am 17. Dec.

Ich habe heute die Absicht, Sie, meine werthe Freundinn, mit einigen Lehrsätzen aus der Feldmeßkunst zu unterhalten; damit Sie aber nicht glauben, ich thäte dies bloß, um einmal zu sehen, wie weit Ihre Geduld reiche (wenn Sie mir einen solchen Frevel zutrauen könnten), so will ich Ihnen gleich die Ursache sagen. Wir werden bald an Untersuchungen über die Entfernung der Weltkörper von der Erde kommen, und da dabei ganz ähnliche Operationen, aber auf eine schwierigere Weise, als bei Messungen auf der Erde, vorkommen, so ist es gut, die einfa-

cheren Fälle vorher kennen zu lernen. Ich hoffe, daß Ihnen dieses nicht unangenehm sein wird.

In einem meiner ersten Briefe stellte ich Ihnen die Messungen, die man zu Bestimmung der Figur der Erde angestellt hat, so vor, als ob man nur so unmittelbar mit dem Meßstabe oder der Meßkette einige Grade weit genau nach Süden eine Linie gemessen, und an beiden Endpuncten die Lage des Zeniths oder die geographische Breite bestimmt hätte. Ich konnte damals die Methode dieser Messung unbestimmt lassen, weil es mir nur auf das Resultat ankam; lassen Sie uns jetzt sehen, wie man wirklich hierbei verfährt, und wie man es anfängt, so große Entfernungen völlig genau zu bestimmen, ohne sie doch unmittelbar abzumessen. Nehmen Sie an, man wolle ein ansehnliches Stück des durch A gehenden Meridianes A C abmessen (Fig. 21); es sei aber dieses wegen Berge, Flüsse oder andrer Hindernisse nicht unmittelbar möglich; dagegen sei A B eine zur unmittelbaren Abmessung bequem liegende Linie: dann wird man diese zuerst mit Meßstangen sehr genau abmessen, und den Winkel, welchen sie mit dem Meridiane macht, bestimmen. Nach-

dem dies geschehen ist, wählt man sich einen Punct D, den man von den Enden der gemessenen Linie, welche man die Standlinie zu nennen pflegt, gut sehen kann, und bestimmt nun die Winkel, welche Linien von D nach A und nach B gezogen mit der Standlinie machen. Durch diese Messungen ist man schon im Stande, die genaue Lage des Punctes D zu bestimmen. Zeichnet man nämlich auf dem Papiere eine willkührliche Linie a c, die den Meridian A C vorstellen soll, und zieht gegen denselben eine Linie a b, die eben den Winkel mit ihr macht, welchen A B mit dem wirklichen Meridiane bildet, so stellt diese in der Zeichnung A B vor; man nimmt nun nach einem kleinen, aber genauen Maaßstabe, wo z. B. 1 Zoll 1000 Fuß vorstellt, a b so lang, als A B in wirklichen Fußen gefunden ist, und hat so im Bilde den Punct B; man zeichnet dann an die Endpuncte die Linien a d, b d, so daß sie mit a b die Winkel machen, welche die wirklichen nach D gezogenen Linien mit der Standlinie machten, so ist d das genaue Bild des Punctes D, und man kann durch die Zeichnung angeben, neben welchem Puncte C des Meridianes D

liegt, und wie weit D vom Meridiane absteht. Auf eben die Weise nimmt man jetzt die genau bekannte Linie BD als neue Standlinie an, wählt einen kenntlichen Punct E, mißt die Winkel, welche DE, BE mit BD machen, und trägt hiernach e in die Zeichnung ein; bestimmt eben so F mit Hülfe der nun bekannten Linie DE, und hängt so eine immer weiter nach Süden gehende Reihe von Dreiecken an einander, bis man endlich in H und G so entfernte Puncte hat, als man zu bestimmen nöthig findet; dann giebt die Zeichnung an, wie weit man nach Süden gekommen ist, und die Beobachtungen der Breite in A und I dienen nun zu Bestimmung der Krümmung dieses Bogens, und zu Bestimmung der Figur und Größe der Erde.

Bei allen diesen Operationen besteht die wirkliche Messung also nur in der Längenmessung einer verhältnißmäßig nur kleinen Linie, und in einer großen Anzahl Winkelmessungen, die allerdings einen genauen Beobachter und genaue Instrumente erfordern, aber doch bei weitem nicht so mühsam und so vielen Hindernissen ausgesetzt sind, als sehr ausgedehnte Längenmessungen. Um die Resultate dieser Messun-

gen so genau zu finden, als man sie bei Untersuchungen über die Figur der Erde, oder überhaupt bei sehr genauen Messungen nöthig hat, bedient man sich indeß nicht der Zeichnung, weil diese wegen Kleinheit des Maaßstabes leicht in Irrthümer führen könnte; aber ich durfte die Sache hier so darstellen, weil es mir nur darauf ankam, Ihnen zu zeigen, daß die folgenden Puncte D, E, F nun ihrer ganzen Lage nach genau bekannt sind. Sie werden mir jetzt also leicht glauben, daß man auch die Länge der Linien AD, BD berechnen kann, und daß man dieses mit einer weit größern Genauigkeit kann, als bei Zeichnungen möglich ist. Man gebraucht zu diesen Berechnungen die sehr nützlichen Tafeln, in welchen einige unsrer fleißigen Vorfahren die genaue verhältnißmäßige Länge aller Seiten eines rechtwinklichten Dreieckes für jede Größe der beiden übrigen Winkel angegeben haben, wo man nämlich ohne alle Rechnung sogleich angegeben findet, wie groß in einem bei C rechtwinklichten Dreiecke (Fig. 22) die beiden andern Seiten sind, wenn AB 1000000 Theile enthält, und der Winkel A 1 Grad, oder 1 Grad 1 Minute, oder 2 Grad u. s. w. ist.

Diese Angaben für alle möglichen Fälle von rechtwinklichten Dreiecken leiten dann auch zu Bestimmung der beiden übrigen Seiten eines jeden schiefen Dreieckes, wenn nur eine Seite mit den beiden anliegenden Winkeln gegeben ist. Man nennt die Tafeln trigonometrische oder zur Dreieck-Messung dienende, weil sie zunächst vorzüglich hierzu gebraucht werden, sie sind aber auch außerdem von dem größten Nutzen.

Daß ich die Abmessung des Meridians oder der Dreieck-Reihe so vorgestellt habe, als ob die ganze Strecke eine Ebene wäre, wird Sie nicht befremden; der genaue Rechner muß allerdings bei dem Gebrauche der einzelnen Dreiecke daran denken, daß die Erde keine Ebene ist, aber diese Sorgfalt konnte ich, so wie so vieles andere, worauf es bei dieser Arbeit ankommt, hier unerwähnt lassen, wo es uns nur auf die allgemeinen Begriffe ankömmt.

* * *

Eben erhalte ich noch Ihren Brief. Es freuet mich, daß Herr Wahnig Ihnen an der künstlichen Erdkugel gezeigt hat, wie man für

Oerter, die auf der Kugel richtig gezeichnet sind, den Mittags-Unterschied leicht finden kann; ich gestehe, daß ich hieran neulich nicht gedacht habe. *) Es muß den guten Mann sehr freuen, daß Sie seinen Unterhaltungen eine so geduldige Aufmerksamkeit schenken, und Sie thun recht, daß Sie es ihn nicht merken lassen, wenn seine Pedanterie Ihnen Langeweile macht. Einem schuldlosen, aber von der Natur nicht reichlich ausgestatteten Gemüthe, dem wenige Freuden blühen, sollte man ja nie die Blumen zertreten, die es zu pflücken hoffte.

*) Man bestimmt den Mittags-Unterschied z. B. zwischen Berlin und Batavia an der künstlichen Erdkugel auf folgende Weise: Man stellt Berlin unter den Meridian oder den Ring, in welchem die Axe der Kugel befestigt ist, und bringt zugleich den Zeiger der am Nordpol befindlichen Scheibe auf 12 Uhr; man dreht dann die Kugel, bis Batavia unter dem Meridiane steht, und sieht, welche Stunde dann der Zeiger angiebt: — diese Angabe bestimmt dann, wieviel die Uhr in Berlin ist, wenn man in Batavia Mittag hat.

Vier und zwanzigster Brief.

am 20. Dec.

Aus dem, was ich Ihnen bisher mitgetheilt habe, ließe sich zwar die Lage eines Ortes in Vergleichung gegen Aequator und Pole der Erde bestimmen; aber es ist doch interessant, auch die Höhe eines Ortes zu kennen oder zu wissen, wie hoch er über der Oberfläche der Kugel, von welcher die Oberfläche der zusammenhängenden Meere ein Stück ist, erhaben ist. Die Methode, deren man sich zu dieser Bestimmung der Höhe bedient, ist zwar nicht astronomisch, sondern gehört der Physik an; aber ich glaube um so eher, sie hier einschieben zu dürfen, da ich Ihnen doch Einiges über die Atmosphäre, womit die Erde umgeben ist, zu sagen habe.

Sie wissen ohne mein Erinnern, daß die Erde mit einer dünnen, sehr durchsichtigen Flüssigkeit, die wir Luft nennen, umgeben ist, daß diese sich uns bei ihrer Bewegung als Wind fühlbar macht, daß in ihr die Wolken schwimmen, und in ihr Regen und Schnee sich bildet. So dünne und kaum bemerkbar diese Materie

auch ist, so ist sie doch nicht ohne alle Schwere, und wegen dieser Schwere übt sie auf die Erde, worauf sie gleichsam ruht, und auf alle Körper, die sie umgiebt, einen Druck aus. Dieser Druck muß immer geringer werden, je höher man in der Luft oder auf Bergen steigt; und die Abmessung dieses Druckes würde also ein Mittel geben können, um die Höhe eines Berges über irgend einem Puncte der Ebene oder des Meeres zu bestimmen.

Die Luft hat in Vergleichung mit Wasser und andern flüssigen Körpern die besondere Eigenschaft, daß sie sich zusammendrücken läßt, und bei vermindertem Drucke sich ausdehnt; man nennt sie deswegen elastisch. Wasser hat diese Eigenschaft nur in einem unmerklichen Grade, oder fast gar nicht, und deswegen ist das unterste Wasser in einem tiefen See nicht eben dichter, oder nicht mehr zusammengedrückt als das, welches sich an der Oberfläche befindet; dieses ist aber bei der Luft ganz anders, weil die untere Luft von dem Gewichte der höhern Schichten zusammengedrückt, also dichter ist. Darin hingegen kommen Luft, Wasser und alle flüssige Körper überein, daß der Druck

in derselben horizontalen Schichte überall gleich ist; man kann sich hiervon bei Wasser leicht überzeugen, und auch durch allgemeine Schlüsse einsehen, daß es bei der Luft ebenfalls so sein muß. Aber wie bestimmt man nun den Druck der Luft?

Wenn man im Boden eines Gefäßes (Fig. 23), welches bis an ab mit Wasser gefüllt ist, eine Oeffnung c gemacht, und die dicht schließende Röhre cde, welche sich aufwärts krümmt, daran angebracht hat: so steigt das Wasser in dieser Röhre bis an f, nämlich bis es darin eben so hoch als im Gefäße steht. Könnte man hier auch nicht in das Gefäß hineinsehen, so würde man doch aus dem Stande des Wassers in der Röhre sogleich wissen, wie hoch es im Gefäße stände. Lassen Sie uns annehmen, in einem ähnlichen Gefäße (Fig. 24) sei der untere Theil der Röhre anfangs bis an c und d mit Quecksilber gefüllt, und man gieße nun Wasser in das Gefäß ab; da das Wasser bei c auf das Quecksilber drückt, so wird dieses dadurch genöthigt, in c zu sinken, und muß dagegen bei d steigen, und es steigt immer höher, je mehr Wasser man in das Gefäß

gießt. Aber weil das Quecksilber an sich weit schwerer ist als Wasser, so erreicht das Quecksilber in der Röhre lange nicht mit dem Wasser im Gefäße gleiche Höhe; sondern wenn das Quecksilber zum Beispiel bis e hinabgedrückt, also bis f gestiegen ist, so steht das Wasser ohngefähr 14 mal so hoch über e als das Quecksiber über der durch e gezogenen Horizontallinie eg, weil das Quecksilber etwa 14 mal so schwer als Wasser ist. So dient also die Höhe des Quecksilbers in einem Schenkel der Röhre oberhalb der Oberfläche desselben im andern Schenkel zur Abmessung des Druckes, welchen das Wasser in e ausübt; und was auch für eine Flüssigkeit im Gefäße enthalten sein mag, so kann man doch mit Gewißheit wissen, daß der Druck desselben auf e gleich groß ist, wenn die Höhe gleich ist, zu welcher die eine Oberfläche f des Quecksilbers sich über die andere e erhebt.

Wenn oberhalb f ein von Luft leerer Raum wäre, und auf e drückte bloß die Luft: so würde ebenfalls die Höhe von f über g, den auf e wirkenden Druck der Luft angeben, weil es ja auf die Weite des Gefäßes ab gar nicht ankömmt, und wir also statt dieses Gefäßes die

ganze Luftmasse, die auf der Erde ruht, annehmen können. — Diese gekrümmte Röhre, die bei f luftleer ist, bei e aber den Druck der Luft auf das Quecksilber gestattet, ist nun unser Barometer. — Wie man es anfängt, um (Fig. 25) den Raum fh der bei h dicht verschlossenen Glasröhre luftleer zu machen, das gehört nicht hierher; Sie können sich die Möglichkeit vorstellen, wenn Sie annehmen, die Röhre werde beim Anfüllen so gehalten, daß h niedrig liegt, und die Luft ihren Ausweg bei e sucht, bringt man sie dann nachher in die aufrechte Stellung, so sinkt das Quecksilber (wenn die Röhre hoch genug ist) so weit von h nach f zurück, bis die Höhe gf dem Drucke der Luft entsprechend ist. Die Barometerhöhe, das ist der Unterschied zwischen den Höhen der Oberflächen e und f (Fig. 25), giebt also den Druck der Luft an, und dieser Druck ist in eben dem Maaße geringer oder größer als jene Höhe es ist; steigt das Barometer, so nimmt der Druck der Luft zu, fällt es, so nimmt er ab.

Hier haben wir also nun das Maaß für den Druck der Luft, und ich brauche wohl kaum zu sagen, daß dieser Druck und folglich die Baro-

meterhöhe abnimmt, wenn man in höhere Gegenden kömmt, oder auf Berge steigt; aber wir haben nun noch die Regel aufzufinden, wie dieses Fallen des Barometers von der bestimmten Höhe des Berges abhängt. Die Sache wird dadurch schwieriger, daß die Dichtigkeit der Luft nicht überall gleich, sondern die untere dichter ist als die höheren Schichten, auf welche weniger Luft drückt. Wenn wir uns in einem Wassermeere befänden, so brauchten wir nur zu wissen, wie hoch man steigen müßte bis das Barometer 1 Zoll gefallen wäre, und wüßten dann sogleich, daß es bis zur zehnfachen Höhe 10 Zoll fallen würde u. s. w.; aber bei der Luft findet dieser Schluß nicht Statt. Man hat gefunden, daß da, wo das Barometer (auf sehr hohen Bergen) nur 14 Zoll hoch steht, die Luft nur halb so dicht ist, als wo das Barometer (wie an der Oberfläche des Meeres ohngefähr der Fall ist) 28 Zoll hoch steht, das heißt, wenn man in jener Höhe ein Gefäß mit Luft anfüllt, so wiegt diese Luft nur halb so viel als die Luft, welche in demselben Gefäße enthalten ist, wenn man es bei 28 Zoll Barometerhöhe füllt. Da

nun

nun das Fallen des Barometers grade von dem Gewichte der Luftsäule abhängt, die man beim Höhersteigen unter sich läßt, so muß man auf jenen sehr hohen Bergen doppelt so viel steigen, um das Barometer eine Linie (oder $\frac{1}{12}$ Zoll) fallen zu sehen, als man es bei uns nöthig hat, um eben diese Erniedrigung des Barometerstandes zu beobachten. Bei dem Barometerstande von 28 Paris. Zoll hat man bemerkt, daß man etwa 80 Fuß steigen muß, damit das Barometer $\frac{1}{12}$ Zoll falle; auf jenem sehr hohen Berge hingegen würde man 160 Fuß steigen müssen, um es von 14 Zoll auf 13 Zoll 11 Linien zu bringen; und so ist überhaupt die Höhe, um welche man steigen muß, damit das Barometer 1 Linie falle, in genau umgekehrtem Verhältnisse mit der Barometerhöhe des Ortes: — ein Ausdruck, der Ihnen wohl nicht unverständlich sein wird. Hiernach ließe sich leicht ein Täfelchen berechnen, wie hoch man steigen muß, um das Barometer von 28 Zoll Höhe auf 27 Zoll 11 Linien, 27 Zoll 10 Linien u. s. w. sinken zu sehen; aber ich fürchte, daß diese Zahlenrechnung Ihnen nicht angenehm sein wird. Diese

allgemeine Darstellung reicht auch ohngefähr hin, um einzusehen, daß das Höhenmessen mit dem Barometer auf sehr zuverlässigen Gründen beruhet, und man also den Angaben, die uns von glaubwürdigen Beobachtern über die Höhen von Bergen oder über die Höhen, welche man mit dem Luftballon erreicht, mitgetheilt werden, wohl trauen darf, sobald sie mit Hülfe des Barometers diese Höhe bestimmt haben. Nach solchen barometrischen Messungen ist der Mont-Blanc, der höchste Berg in Europa, 14650 Pariser Fuß, der Chimboraço 19600 Fuß, und die Höhe, welche zwei französische Physiker, Biot und Gay-Lussac, bei einer Reise mit dem Luftballon erreichten, 21600 Fuß; — den Angaben der letztern kann man trauen, da sie nicht zu den vielen Charlatanen gehören, von denen die meisten übrigen Luftreisen sind angestellt worden.

Diese Angaben zeigen Ihnen zugleich, wie sehr geringe die Höhe der ansehnlichsten Berge doch in Vergleichung gegen die ganze Erde ist; und wenn Sie etwas genauer nachrechnen wollten, so würden Sie finden, daß die Unebenheiten des Papiers, womit Ihr Erdglobus

überzogen ist, fast bedeutender in Vergleichung mit dieser kleinen Kugel sind, als die Berge in Vergleichung gegen die Erde.

Die ganze Höhe der Lufthülle, welche die Erde umgiebt, läßt sich aus solchen Betrachtungen, wie die vorigen, zwar nicht genau bestimmen; aber theils jene Berechnungen, theils auch andre Beobachtungen, die ich noch erwähnen werde, lassen mit großer Sicherheit schließen, daß in einer Höhe von 8 Meilen die Luft schon äußerst dünne, und daß also selbst diese Höhe der Atmosphäre unbedeutend gegen die Größe der Erde ist. Mein nächster Brief wird nun den Einfluß betreffen, welchen diese Luftschichte, womit die Erde umgeben ist, auf die scheinbare Höhe der Sterne hat; denn so geringe dieser ist, so darf er doch bei astronomischen Beobachtungen nicht gänzlich übersehen werden, und ich bin Ihnen doch einige Rechenschaft von allen den Umständen schuldig, die bei genauen Beobachtungen in Betrachtung kommen.

Fünf und zwanzigster Brief.

am 28. Dec.

Die Gegenstände, welche mein voriger Brief behandelte, und auf die ich heute komme, nöthigen mich einige Abschweifungen von der Astronomie zu machen, und sie mit Sätzen aus der Physik zu unterhalten. Ich vermuthe zwar, daß Ihnen dies an sich nicht unangenehm sein wird, aber es hat für mich die Unannehmlichkeit, daß ich die Gründe, worauf diese Sätze beruhen, nicht recht vollständig anführen kann, und mich also begnügen muß, sie nur obenhin begreiflich zu machen, weil ich doch diese lange Reihe von Briefen nicht durch Einschaltung physikalischer Lehren noch mehr zu verlängern wünsche. Diese Unvollkommenheit werden Sie also mir zu Gute halten müssen.

Der Gegenstand, welchen mein heutiger Brief betrifft, ist eigentlich der Weg, welchen ein Lichtstrahl nimmt, der von der Sonne oder einem Sterne durch die Atmosphäre zu uns gelangt. Der eigentliche natürliche Weg eines Lichtstrahls ist grade, und wir suchen daher den Gegenstand, welchen wir sehen, immer genau

in der Richtung auf, wo er sich uns zeigt Dieses aus häufiger Erfahrung abgeleitete Urtheil über die wahre Lage der von uns gesehenen Gegenstände verleitet die Kinder und uncultivirte Menschen, die nie Spiegel gesehen haben, die Gegenstände, welche der Spiegel ihnen zeigt, hinter demselben zu suchen, und auch uns führt dieses gewöhnlich richtige Urtheil zuweilen in Irrthümer, die zwar nicht ganz so auffallend sind, aber doch in der That mit dem Bemühen, das gespiegelte Bild hinter dem Spiegel aufzusuchen, eine nahe Verwandtschaft haben.

Die Ablenkung, welche der Lichtstrahl an der Spiegelfläche von seinem graden Wege leidet, ist so sehr groß, daß er uns bald als eine Ausnahme von der allgemeinen Regel des grädlinichten Fortganges der Strahlen merklich wird; aber es giebt kleinere Ablenkungen des Lichtstrahls, die uns dennoch irre führen können. Vielleicht ist Ihnen folgendes Experiment nicht unbekannt. Nehmen Sie eine gewöhnliche Kaffeetasse oder ein andres tiefes, undurchsichtiges Gefäß, und legen ein Stück Geld hinein; stellen Sie sich dann so, daß der Rand der Tasse Ihnen grade das Geld

verbirgt, und lassen nun, indem Sie Ihr Auge unverrückt halten, Wasser in die Tasse gießen: so wird es Ihnen scheinen, als stiege das Stück Geld in die Höhe, und Sie werden es jetzt über den Rand der Tasse weg sehen. Wer dieses nie gesehen hätte, und das Gefäß nicht kennte, würde glauben, der Boden der Tasse rücke in die Höhe, und so würde er in einen Fehlschluß, grade wie beim Spiegel, verfallen. Der wahre Grund dieser Erscheinung ist folgender: So lange die Tasse leer oder bloß mit Luft gefüllt ist, geht der Lichtstrahl von a (Fig. 26) grade fort; und da der Rand c der Tasse in die grade Linie fällt, welche von a nach dem Auge b gezogen ist, so wird das Auge gehindert den Punct a zu sehen. Gießt man Wasser in das Gefäß bis an de, so bleiben die Lichtstrahlen, indem sie aus dem Wasser in die Luft kommen, nicht mehr grade, sondern werden gebrochen, das heißt, der Strahl af, welcher vorhin, ehe man Wasser eingoß, nach f gegangen wäre, ändert jetzt, indem er bei g in die Luft kömmt, seinen Weg, und geht mehr nach b zu; daher geht entweder dieser Lichtstrahl oder irgend ein andrer zwi-

schen af und ab liegender grade durch b, und das Auge sucht nun den Gegenstand nach der Richtung bg, nach welcher der Lichtstrahl zu ihm kömmt, also höher, als wo er sich eigentlich befindet. Diese Brechung des Lichtstrahles findet fast ohne Ausnahme Statt, wenn ein Strahl in schiefer Richtung gegen die Oberfläche eines durchsichtigen Körpers aus diesem herausfährt, und in einen andern durchsichtigen Körper eintritt, und zwar ändert er gewöhnlich seine Richtung so, daß er sich stärker in die dichtere Materie einsenkt, wenn er hineingeht, dagegen aber seine Neigung gegen ihre Oberfläche vermindert, wenn er herausgeht. Ein von b nach g gehender Lichtstrahl würde sich dort tiefer hinab nach ga beugen, wenn er bei g aus Luft in Wasser kömmt, statt daß er sich in die dünnere Luft weniger tief hinein begiebt, als es bei gradlinichtem Fortgange der Fall wäre.

Diese Brechung der Lichtstrahlen findet nun auch bei dem Uebergange derselben in die immer dichteren Luftschichten Statt, in welche er gelangt, wenn er sich der Erde nähert. Stellt (Fig. 27) ABC die Erde, und DEF die dichtere Atmosphäre vor, deren Schichten immer

dichter werden, je näher man der Oberfläche der Erde kömmt: so beugt der von einem Sterne kommende Lichtstrahl G H sich so nach B zu, daß der Beobachter in B den Stern in I sucht, oder ihn höher sieht, als er ihn sehen würde, wenn die Luft diese Brechung des Strahles nicht bewirkte. Da die Dichtigkeit der Luft von oben herunter ganz allmählig und nirgends plötzlich zunimmt, so entsteht hier kein so plötzlich gebrochner, sondern ein langsam gebogener Strahl, dessen Krümmung freilich nicht so groß ist, als die Figur es darstellt, aber doch schon viel zu merklich, um bei astronomischen Beobachtungen übersehen zu werden.

Für einen Stern, welcher im Zenith steht, findet keine Brechung des Strahles Statt, weil dieser gegen alle gleich dichte Schichten der Luft senkrecht ist, und deshalb gar nicht zur Seite abgelenkt wird; je weiter ein Stern oder die Sonne vom Zenith absteht, desto beträchtlicher wird die Ablenkung des Strahles von seinem ursprünglich graden Wege, und diese ist daher für auf- und untergehende Gestirne am größten. Hiervon rührt es her, daß wir die Sonne allemal einige Minuten früher sehen, als sie über

dem Horizonte erscheinen würde, wenn die Erde ohne Atmosphäre wäre, indem grade so, wie Ihnen vorhin das Wasser in der Tasse half, um über den Rand wegzusehen, uns hier die Luft, in der wir uns befinden, hilft, um über den Rand der Erde wegzusehen, der uns sonst die Sonne noch verdecken würde. Die Astronomen haben durch viele Beobachtungen bestimmt, wie viel die Strahlenbrechung oder Refraction für jede Höhe, in welcher ein Stern sich zeigt, beträgt, und dadurch ist man dann im Stande, aus der beobachteten scheinbaren Höhe eines Sternes diejenige herzuleiten, unter welcher er erscheinen würde, wenn die Atmosphäre die Richtung des Strahles nicht änderte, und diese corrigirte Höhe ist es eigentlich, welche man bei den astronomischen Untersuchungen gewöhnlich haben will, und die zum Beispiel zu Bestimmung der Breite dient. Viel beträgt jene Correction nicht, indem die Erhöhung durch die Strahlenbrechung selbst im Horizonte nur etwa $1\frac{1}{3}$ mal so viel beträgt, als die Breite des Vollmondes, aber bei astronomischen Bestimmungen ist dieses gleichwohl nicht unbedeutend.

Auch an Gegenständen auf der Erde bemerkt

man, zumal bei gewissem Zustande der Luft, diese Krümmung der Lichtstrahlen, und sieht die Gegenstände daher zu gewissen Zeiten viel höher, als zu anderer Zeit. Sie wissen, daß unser niedriges, ganz ebenes Marsch-Land mit Deichen oder Dämmen umgeben ist, die dazu dienen, das Land gegen Ueberschwemmungen von der See her zu sichern; wenn man daher in der Ebene des Landes geht, so kann man immer mit Gewißheit annehmen, daß das Auge 10 Fuß und mehr niedriger als die Oberfläche jenes Deiches ist, und daher scheint es unmöglich, daß man in dieser niedrigen Stellung über den Deich weg, das Wasser des Meerbusens, an dem mein Wohnort liegt, oder das ganz niedrige jenseitige Ufer sehen könne. Gleichwohl ist mir der Fall vorgekommen, daß ich wirklich an einem Frühlingstage in einer so niedrigen Lage des Auges niedrige Gegenstände jenseits des Deichs sah.

An diesem Tage, den 6. Apr. 1803, fand eine so ungewöhnliche Krümmung der Lichtstrahlen Statt, daß Strahlen, die von dem jenseitigen Ufer der Jahde aufwärts gingen, wieder herabwärts gebrochen wurden, und so, wie

(Fig. 28) dcba fortgingen, und bei a ins Auge kamen. — — Doch ich muß von diesen Beobachtungen, über die ich zwar noch vieles sagen könnte, hier abbrechen, weil ich sonst zu weit von meinem eigentlichen Ziele abkommen möchte.

Von dieser Brechung der Strahlen rührt es auch her, daß der Erdschatten bei Mondfinsternissen selten ganz schwarz erscheint, sondern der Mond selbst im Schatten ein kupferfarbenes Licht zu behalten pflegt. Die von der Sonne kommenden Strahlen AB beugen sich nämlich in der Erdatmosphäre, etwa so wie Fig. 29 zeigt, es verkürzt sich daher der Erdschatten, und es gelangt dadurch auf die Puncte des Mondes etwas Licht, wo dunkler Schatten sein sollte. Noch über eine andre sehr bekannte Erscheinung, die zwar nicht so sehr von der Brechung der Lichtstrahlen herrührt, aber doch in der Atmosphäre ihren Grund hat, nämlich über die Dämmerung, muß ich hier einige Worte sagen. Hätte die Erde keine Atmosphäre, so würde es ganz dunkel bleiben bis zum wirklichen Aufgange der Sonne, und also ein plötzlicher Uebergang von gänzlicher Dunkelheit zur vollkommnen Helle

Statt finden; jetzt aber wird die Luft schon von der Sonne erhellt, ehe diese uns sichtbar wird, und da die Luft, obgleich sie sehr dünne ist, dennoch etwas von den Strahlen der Sonne zurückwirft, so zeigt sie sich uns erhellt, und verursacht die Dämmerung, die sich immer vermehrt, je näher die Sonne dem Horizonte kömmt. Die Länge der Zeit, um welche die erste Dämmerung dem Aufgange der Sonne voraus geht, kann zur Bestimmung der Höhe dienen, bis zu welcher sich die Luft noch in merklicher Dichtigkeit erstreckt, indem es gewiß ist, daß die Dämmerung desto länger dauern muß, je größer die Höhe der noch ziemlich dichten Atmosphäre ist.

Daß die Helligkeit der Dämmerung eben so, wie die blaue Farbe des heitern Himmels am Tage bloß von der Luft herrührt, nämlich von dem in der Luft zurückgeworfenen Lichte, davon kann man sich völlig überzeugen, wenn man die Berichte der Reisenden liest, welche sehr hohe Berge besucht haben. Auf diesen Bergen war die Luft zu dünne, um noch viel Licht zurück zu werfen, daher sah der Himmel nicht mehr so blau aus, wie wir ihn sehen, sondern sein

äußerst dunkles Blau grenzte nahe an Schwarz, und das Licht, welches von diesem dunkeln Gewölbe zurückgeworfen wurde, war so schwach, daß man da, wo man von der Sonne selbst nicht unmittelbar beschienen ward, sogar helle Sterne mitten am Tage sah.

Ich schließe hier diese Erzählung von Erscheinungen, welche in der Atmosphäre ihren Grund haben, und komme jetzt zu einem neuen Gegenstande, nämlich zu den ersten Schlüssen über die Entfernung des Mondes von der Erde.

Sechs und zwanzigster Brief.

am 9. Jan.

Ich sagte Ihnen in einem meiner ersten Briefe, daß bei allen Reisen, die wir auf der Erde anstellen, die Sterne ihre scheinbare Lage gegen einander gar nicht ändern, und daß wir daraus auf die sehr große Entfernung der Sterne von uns schließen können. Diese Behauptung ist in Rücksicht auf die Fixsterne in völliger Strenge richtig, bei einigen Planeten leidet sie eine

geringe Ausnahme, auf den Mond hingegen ist sie gar nicht anwendbar. Wohin man auch auf der Erde reiset, da findet man die scheinbare Entfernung zweier Fixsterne von einander aufs allergenaueste gleich groß, da sieht man die entferntern Planeten zu einerlei Stunde genau an einerlei Stelle; auch die nächsten Planeten, Venus und Mars, erscheinen in ihrer Stellung gegen Fixsterne nur ganz wenig verschieden, und bloß der Mond erscheint in den südlichen Gegenden der Erde bei nördlichern Sternen, als wenn man ihn in nördlichern Gegenden beobachtet.

Wenn wir aus der Beobachtung des Mondes an verschiedenen Orten der Erde seine Entfernung von der Erde herleiten wollen: so müssen wir zuerst daran denken, daß die Fixsterne, mit welchen wir die scheinbare Stellung des Mondes vergleichen, so erstaunlich weit entfernt sind, daß wir die von Grönland und vom Feuerlande, und von den nördlichsten und südlichsten Gegenden der Erde nach einerlei Sterne gezogenen Linien als gleichlaufend oder parallel ansehen können, indem sie sich auf der Strecke bis zum Monde so gut wie gar

nicht einander nähern. Ich werde in der Folge Gelegenheit haben, Ihnen genauer zu sagen, wie man sich von der überaus großen Entfernung der Fixsterne noch vollständiger überzeugt hat, und dadurch völlig gewiß geworden ist, daß man bei jenen Linien auf noch weit längern Strecken keine Annäherung zu bemerken im Stande ist.

Wenn die Gesichtslinien, welche man von zwei verschiedenen Beobachtungspuncten nach einem Gegenstande zieht, merklich gegen einander geneigt sind, das heißt, in einer bestimmten Entfernung sich einander merklich nähern, so sagt man, dieser Gegenstand habe für den Abstand jener beiden Beobachtungspuncte eine merkliche Parallaxe, und nennt den Winkel, welchen die von beiden Beobachtungspuncten nach jenem Gegenstande gezogenen Linien mit einander machen, die Parallaxe des Gegenstandes für diese Beobachtungspuncte. Beobachtet man also von A und von B aus den Gegenstand C, so heißt (Fig. 30) der Winkel, welchen AC und BC mit einander machen, die Parallaxe von C, und diese ist desto kleiner, je entfernter C ist, und wird bei den Fixsternen völlig

unmerklich, wenn A, B zwei Orte auf der Erde sind. Auch für den Mond ist die Parallaxe nie sehr groß, weil auch er schon eine bedeutende Entfernung von der Erde hat; es scheint mir daher passender, wenn ich Ihnen zuerst eine andere Beobachtung erzähle, wobei die Ungleichheit der scheinbaren Lage des Gegenstandes bedeutender ist.

Sie kennen gewiß die nächtliche Erscheinung der Sternschnuppen, Sternschüsse, fallenden Sterne, oder wie die Namen dieser Erscheinungen, die mit den Feuerkugeln ziemlich einerlei sind, alle heißen. — Doch wozu diese Frage, da ich, wie mir eben einfällt, Ihnen von meinen Beobachtungen der Sternschnuppen, die ich mit meinem Freunde Benzenberg in Göttingen anstellte, wohl einmal erzählt habe. Um die Parallaxe und die Entfernung dieser Erscheinungen zu bestimmen, beobachteten wir sie an zwei verschiedenen Orten zugleich, und Sie werden sich ohne große Anstrengung der Phantasie leicht vorstellen können, wie Ihr Freund am Abhange des Sesebühl, eines ansehnlichen Berges in der Nähe von Göttingen, wo man eine schöne Aussicht bis zum Harzgebirge hat,

auf

auf einem grünen Felde, mit der Laterne und den Sterncharten neben sich, seinen Stand- oder Lagerpunct hatte, und wie Benzenberg auf gleiche Weise von dem kleinen Hügel von Clausberg aus seine Beobachtung anstellte. Die Entfernung dieser Standpuncte von einander betrug 2 Meilen, und wir konnten also hoffen, hier schon eine ansehnliche Parallaxe der Sternschnuppen zu bemerken. So wie nun einer von uns eine Sternschnuppe sah, so zeichnete er die Minute nach seiner Uhr an, und bezeichnete in den Sterncharten möglichst genau den Punct, wo sie ihm am Himmel erschienen war, und kehrte mit diesem Verzeichnisse am andern Morgen nach Göttingen zurück. Da unsre Uhren genau gleich gestellt waren, so ergab nun schon die erste Vergleichung der Journale einige ziemlich gleichzeitige Beobachtungen, von denen mit Wahrscheinlichkeit angenommen werden konnte, daß sie einerlei Sternschnuppe betrafen, und diese wurden durch genauere Rechnung weiter untersucht.

Da die Stelle, wo jeder von uns die Sternschnuppe verschwinden sah, in den Sterncharten bezeichnet war, so ließen sich die Winkel, welche

die von der Sternschnuppe nach jedem von uns gezogenen Linien mit der Standlinie machten, angeben; und da zugleich die Länge der Standlinie bekannt war, so ließ sich (Fig. 31) ein Dreieck ABC zeichnen, worin AB die Standlinie vorstellt, und die an A und B gehörig gezeichneten Winkel die wahre Lage der Sternschnuppe C, also ihre Entfernung von A und B angeben. Bei diesen Beobachtungen konnte der Zweifel entstehen, ob auch wirklich beide Beobachter einerlei Sternschnuppe gesehen hatten; es wird Ihnen aber nicht schwer werden, einzusehen, daß dieser Zweifel sich ziemlich sicher heben ließ. So weit nämlich auch die Puncte am Himmel auseinander liegen können, wo dieselbe Sternschnuppe jedem der Beobachter erschien: so ist doch bei einer gegebenen scheinbaren Lage der Sternschnuppe für den einen Beobachter schon einigermaßen bestimmt, wo der andere Beobachter sie sehen kann. Sah ich z. B. vom Sesebühl aus eine Sternschnuppe genau im Zenith, so erschien zwar diese für Benzenberg nicht im Zenith, aber sie mußte ihm doch genau nach der Himmelsgegend erscheinen, wo ihm der Sesebühl lag, oder mußte ihm grade über

dem Seseбühl stehen. So also ließ sich bei jeder Beobachtung bestimmen, ob eine von Benzenberg beobachtete Sternschnuppe mir da erscheinen konnte, wo ich zu ohngefähr gleicher Zeit eine gesehen hatte, und diese Bestimmung gab einen hohen Grad von Gewißheit für die Identität der beobachteten Sternschnuppe, weil der Streif am Himmel, wo ich möglicher Weise jene Sternschnuppe sehen konnte, nur einen kleinen Raum in Vergleichung der ganzen Himmelskugel ausmachte. Diese Beobachtungen führten uns zu der Gewißheit, daß die Sternschnuppen in Höhen von 3 bis mehr als 30 Meilen oberhalb der Erde entstehen und verschwinden, und daß es möglich sei, manche derselben an Orten, welche mehrere hundert Meilen von einander entfernt liegen, zu sehen, da wir selbst eine beobachtet haben, die ohngefähr in Ungarn im Zenith stehen mußte, und uns gleichwohl noch größer als der Jupiter erschien.

Diese Beobachtungen zeigen Ihnen außer dem, wozu ich sie eigentlich hier anführe, auch noch das, daß die Sternschnuppen wirklich zu Signalen für die Längenbestimmung dienen können, indem es möglich ist, mit großer Gewiß-

heit auszumachen, ob beide Beobachter einerlei Sternschnuppen sahen; für die Längenbestimmung zur See sind sie nicht brauchbar, da der Schiffer nicht warten kann, bis er eine gleichzeitige Beobachtung aus London oder Berlin erhält, sondern seine geographische Länge sogleich zu wissen verlangt. Aber auch das werden Sie nun leicht übersehen, daß man auf ganz ähnliche Weise die Entfernung des Mondes von der Erde bestimmen kann, wenn man diesen an zwei sehr weit von einander entfernten Orten beobachtet. Der Unterschied seiner scheinbaren Lage unter den Sternen ist zwar nicht groß, aber man hat diesen Unterschied so wiederholt und so genau beobachtet, daß man seine Entfernung mit großer Genauigkeit angeben kann. Diese Entfernung ist nicht immer ganz gleich, sondern bei jedem Umlaufe nähert der Mond sich eine Zeitlang der Erde, und entfernt sich wieder von ihr, seine mittlere Entfernung von uns ist etwa 60 mal so groß als der halbe Durchmesser der Erde.

Wegen der erheblichen Parallaxe des Mondes sehen nicht alle Beobachter auf der Erde die Sonnenfinsternisse auf gleiche Art, und daher kömmt es, daß zuweilen eine Sonnenfinsterniß

für uns unsichtbar ist, wenn sie sich auch während der Zeit ereignet, da wir die Sonne sehen können. Es kann sich nämlich treffen, daß der Mond uns ganz nahe unter der Sonne vorbei geht, und daher in den südlicher liegenden Gegenden der Erde einen Theil der Sonne, und selbst die ganze Sonne verdeckt, während wir ihn hier gar nicht bemerken. Bei den meisten Sonnenfinsternissen giebt es einige Orte auf der Erde, wo man den Mond grade mitten vor der Sonne, und daher diese entweder ganz verfinstert, oder nur um den dunkeln Mond einen schmalen Rand der Sonne wie einen Ring sieht; dies sind nämlich diejenigen Orte, auf welche der Mittelpunct des Mondschattens fällt, und diese bilden wegen des beständigen Fortrückens des Mondes eine zusammenhängende Linie auf der Erde. Alle Orte, welche von dieser Linie entfernt liegen, sehen den Mond nur einen Theil der Sonne bedecken, und zwar einen immer desto kleinern Theil, je weiter sie von jener Linie abliegen. — So könnten also auch die Sonnenfinsternisse zur Bestimmung der Entfernung des Mondes dienen, wenn man an zwei Orten, deren Entfernung von einander

man genau kennt, bemerkt, wie viel der Mond am einen Orte mehr als am andern von der Sonne verdeckt.

Bei dem Gebrauche des Mondes zu Berechnung der Länge bringt diese Parallaxe die Unannehmlichkeit hervor, daß man nicht annehmen darf, daß die Stellung, in welcher ich den Mond sehe, für denselben Augenblick auch für London oder für den Ort, der bei der Voraus berechnung im Calender zum Grunde gelegt ist, gilt; aber man kann dieser Unannehmlichkeit ziemlich leicht abhelfen. Weil man die Entfernung des Mondes vom Mittelpuncte der Erde zu jeder Zeit genau kennt, so kann man (Fig. 32), wenn AB die Erde vorstellt, einen Kreis CD so ziehen, daß seine Entfernung von E zur Größe der gezeichneten Erde eben das Verhältniß hat, wie die Entfernung des Mondes zur Größe der Erde; ist nun der Beobachter in F, so giebt seine Beobachtung ihm den Abstand des Mondes vom Zenith, und folglich die Richtung FG an, wo er den Mond sieht, und er kann nun in seiner Zeichnung bestimmen, wie weit der Ort H, wo der Mond im Zenith steht, von ihm abliegt. Auch lehrt ihm die Zeichnung die

Richtung kennen, in welcher man den Mond von H aus sieht, und wenn er eine Linie FI nach derselben Richtung zieht, so bezeichnet ihm diese, wenn er sie auf den Himmel überträgt, den Stern, bei dem der Beobachter in H den Mond erblickt. Diese Kenntniß ist für den Schiffer darum wichtig, weil in seinem Calender der Stand des Mondes für jeden Zeitpunct so angegeben ist, wie er demjenigen erscheint, der ihn grade im Zenith sieht, oder wie ein Beobachter im Mittelpunct der Erde ihn sehen würde, wenn er von da aus den Mond sehen könnte. — So dient also der Lauf des Mondes, ungeachtet seiner Parallaxe, dem Beobachter statt eines Signals, und er kann den Zeitpunct aus seiner Beobachtung bestimmen, der nach der Angabe des Calenders z. B. grade dann statt findet, wenn es in London 12 Uhr ist; — die Angabe seiner Uhr, welche für den Ort der Beobachtung richtig gestellt ist, giebt ihm dann den Zeitunterschied, und folglich den Längenunterschied zwischen seinem Standpuncte und London an.

Die Methode, welche man zu Bestimmung der Entfernung des Mondes von uns gebraucht, indem man diese aus der Parallaxe desselben für

eine bestimmte Entfernung herleitet, würde sich zwar auch gebrauchen lassen, um zu bestimmen, wie weit die Planeten und die Sonne von uns entfernt sind; aber die Parallaxe dieser Himmelskörper ist sehr klein, und da man bei der Beobachtung doch nie vor einigen Fehlern sicher ist, so darf man sich auf die Bestimmung so kleiner Größen nicht ganz verlassen. So viel zeigen indeß diese Parallaxen-Beobachtungen, daß alle andere Himmelskörper sehr viel entfernter sind, als der Mond, und man hat sich sehr viele Mühe gegeben, auch die Entfernung der Sonne von uns durch Beobachtungen, die mit der Parallaxen-Beobachtung verwandt sind, möglichst genau zu bestimmen. Ich werde auf diese Beobachtungen, welche Kenntnisse der wahren Bewegung der Himmelskörper voraussetzen, in der Folge zurück kommen, und will hier nur voraus bemerken, daß man die Entfernung der Sonne größer als 20 Millionen Meilen, das ist mehr als 400 mal so groß, als die Entfernung des Mondes von uns gefunden hat. Die Schlüsse, welche sich hieraus über die wahre Größe des Mondes und der Sonne ergeben, will ich hier übergehen, da ich Sie noch einmal recht

vollständig von der natürlichen Beschaffenheit dieser Himmelskörper zu unterhalten denke.

Ich schließe übrigens mit dem heutigen Briefe den ersten Haupttheil meiner astronomischen Unterhaltungen. Es war meine Absicht, Ihnen hier das Wichtigste von dem zu erläutern, was man aus der Beobachtung der Himmelskörper ableiten konnte, ehe man die wahre Bewegung der Erde und der übrigen Körper kannte. Sie haben gesehen, daß dieses nicht ganz unbedeutend ist, daß jene Beobachtungen uns zur genauen Kenntniß der Figur der Erde, zur Kenntniß der kugelförmigen Gestalt des Mondes, seiner Entfernung von uns, ja selbst zu einiger Kenntniß der Entfernung der Sonne von uns, und zu Bestimmung ihrer Größe leiten. Wir wollen jetzt die wichtigen Fragen, warum die Sterne sich täglich um uns zu bewegen scheinen, warum die Sonne jährlich ihren Kreis unter den Sternen durchläuft, u. s. w. zu beantworten suchen, und ich erbitte mir daher zu diesen Untersuchungen Ihre fernere Aufmerksamkeit.

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Brandes, Heinrich Wilhelm, 1777-1834

Die vornehmsten Lehren der Astronomie deutlich dargestellt in Briefen an eine Freundin

Bd.: 1

Leipzig (1811)

Astr.u. 35-1/2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10060872-7